

garzettespecialeN5noehpublic

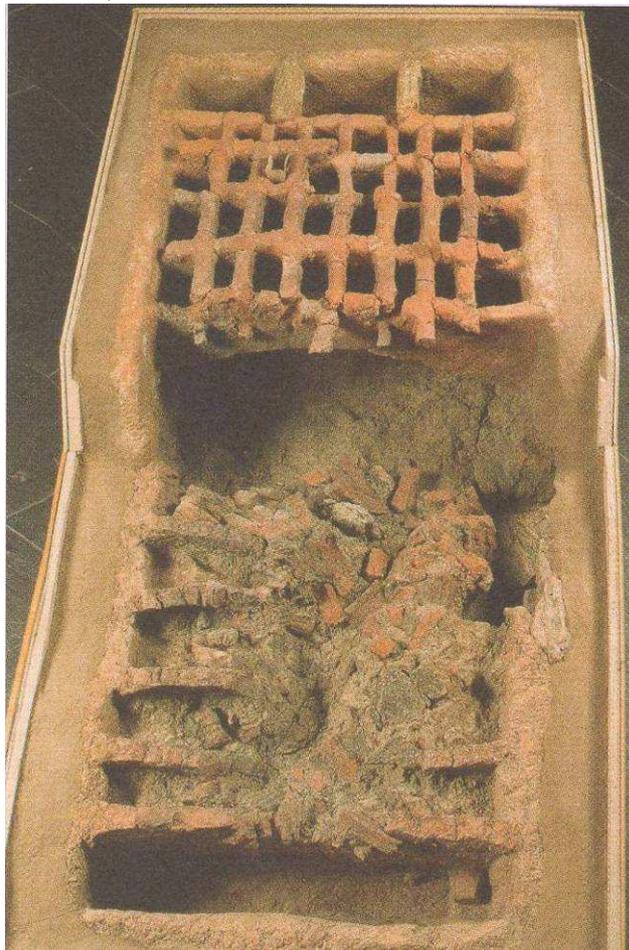
Association Patrimoine Marche de Bretagne Marais Breton (P2MB) des Moutiers en Retz
Mors majorum (selon les coutumes des ancêtres)

LA GARZETTE

Numéro spécial N°5 (printemps 2012) 25 mars 2012

*Etude du four à sel faulais des Noës aux
Moutiers en Retz (1er siècle avant JC)*

par Jean-Pierre Rivron



*Association Patrimoine Marche de Bretagne Marais Breton (P2MB) des Moutiers en Retz
Déclarée en Sous-préfecture de Saint Nazaire en 1997 n°0443009654 Loi de 1901
Domaine de Lyarne 44760 Les Moutiers en Retz
Antenne de la Société des Historiens du Pays de Retz*

Prolégomènes

Le présent dossier a plusieurs objectifs et fonctions, ce qui explique sa complexité et son importance :

- ***Il a pour but de faire l'historique du four à sel des Noës aux Moutiers en Retz***
- ***Il a pour objectif d'effectuer une synthèse pédagogique sur le four à sel des Noës***
- ***Il présente les aspects technologiques du four (y compris un plan du four)***
- ***Il représente le cahier des charges du chantier de restitution (ou reconstitution) de ce four que l'Association Patrimoine des Moutiers a l'intention de réaliser sur la Tenue de Mareil***
- ***Il présente un certain nombre d'hypothèses ou d'interprétations qui pourraient être testées ou validées lors de la restitution expérimentale***
- ***-Il regroupe tout ce que connaît l'Association Patrimoine sur les fours à grille et à augets fins profonds***

Ce dossier s'appuie essentiellement sur les sources suivantes:

Les dossiers de fouilles consultés à la DRAC (Direction Régionale des Affaires Culturelles) à Nantes

Le Livre « Traces humaines, des premiers hommes à la menace viking » de Marie-Hélène Santrot, Jacques Santrot, Michel Politzer Éditions Somogy

Les dossiers et articles de Michel Tessier notamment : « Les Briquetages ; industrie préhistorique du sel » (dossier du Groupe Vendéen d'études préhistoriques) et « Les origines de l'exploitation du sel en Loire atlantique ; pays de Retz et Pays de Guérande » (2004)

Et aussi d'autres articles ou documents référencés en annexe 1

Ce dossier intègre aussi certains éléments provenant de publications ou sources écrites de la DRAC ou de la bibliothèque du musée Dobrée. Nous remercions enfin les scientifiques qui ont bien voulu nous prodiguer des conseils, soit oralement soit par messagerie : M. Yann Le Jeune (DRAC Nantes), M. Jacques Santrot, ancien Directeur du musée Dobrée et Nicolas Rouzeau (DRAC PACA), spécialiste français des fours à sel qui a lui-même restitué à deux fours.

Merci à François Adam, Jean-Yves Jaunet, Alain Cunningham, Gérard de Cayeux qui ont participé à la rédaction de ce dossier.

Ce dossier a un caractère évolutif en fonction de l'avancement des connaissances et des expérimentations de l'Association Patrimoine. Il s'inscrit dans le cadre plus général de la démarche « identité du Pays de Retz » menée par la Société des Historiens du Pays de Retz. Le sel est en effet un élément très fort de l'identité du Pays de Retz, et ce depuis plusieurs millénaires.

Avec l'aide du Conseil général, du musée Dobrée et du SRA (Service Régional d'Archéologie) des Pays de la Loire, l'Association envisage en effet la création, sur le site de la tenue de Mareil, d'une réplique fonctionnelle du four des Moutiers. Cette démarche s'approchant de l'archéologie expérimentale vise à mieux comprendre le fonctionnement de ce type de four à sel et à valider les hypothèses des archéologues sur le processus de production ignigène de sel par les Gaulois avant la Conquête romaine (de 58 à 50 avant J.-C.).

Ce présent document, souvent technologique, synthétise toutes les informations que l'Association Patrimoine des Moutiers a pu collecter sur le four à grille des Noës aux Moutiers. De fait ce document devient la spécification, le cahier des charges expérimental pour reconstituer le four à sel à échelle 1 selon les méthodes utilisées ou supposées utilisées par nos ancêtres gaulois.

Bien sûr, nos expériences feront l'objet d'un rapport de sorte que nos succès ou nos échecs servent à la connaissance de ces types de fours, patrimoine historique des Moutiers en Retz et de nos côtes de Bretagne Sud.

Ce numéro spécial de la Gazette est diffusé gratuitement sous forme électronique aux membres de l'Association Patrimoine Marche de Bretagne Marais Breton des Moutiers en Retz et à la Société des Historiens du Pays de Retz. Hors Association, il est diffusé gratuitement sous forme électronique sur demande et moyennant 15 euros sous forme papier. Toutes les remarques de lecteurs sur ce texte sont les bienvenues (rivron.jeanpierre@wanadoo.fr).

Synthèse

Le four à sel des Noës aux Moutiers découvert en 1992 est un exemple caractéristique des fours à sel avec grille et augets fins qui essaimaient sur la côte du Pays de Retz juste avant l'arrivée des Romains. Il est un exemple du niveau de performance qu'avaient atteint nos ancêtres celtes avec la technologie de ces fours à l'aube de notre ère, il y a 2100 ans environ : performance de conception, de construction, de combustion, d'efficacité énergétique. Avec nos connaissances actuelles et les moyens de l'époque, il nous paraît difficile de faire mieux. On peut dire que les Gaulois avaient atteint le « summum » de ce qu'il était possible de faire à l'époque dans le domaine des fours à sel, ce qui est une preuve supplémentaire que les Gaulois étaient déjà bien développés avant l'arrivée des Romains.

A mesure que l'Association Patrimoine s'approprie la technologie, elle s'étonne de l'ingéniosité de nos ancêtres, même si certaines choses nous échappent. Le four des Noës est un bel exemple de ces structures à vocation économiques de la fin de l'époque gauloise, représentatif de ces fours à grille qui apparaissent comme spécifiques au Pays de Retz (Cf. Marie-Yvonne Dair). Les types de fours à sel diffèrent quelque peu dans chaque région de l'Armorique. Les augets correspondent au standard de la côte sud-armoricaine.

Ce premier dossier a pour but de synthétiser toutes les notions que l'Association a acquises.

Il est difficile à dire si l'Association réussira à restituer un tel four comme faisaient nos ancêtres, mais elle va essayer et faire tout pour réussir. Les problèmes qui restent cruciaux sont le choix de l'argile, la réalisation des voûtains qui sont des pièces épaisses qui ont tendance à se fissurer au séchage et bien sûr la cuisson du four in situ. Il y avait un savoir faire exceptionnel au premier siècle avant JC pour faire ces voûtains et pour fabriquer "à la chaîne" des augets standards très fins.

Espérons que l'Association ne mettra pas quelques siècles pour résoudre ces problèmes et qu'elle arrivera à reconstituer le four comme on le faisait à l'époque. Pour plus de sûreté, l'Association va continuer aussi à réaliser des maquettes avec de l'argile du commerce et des fours de potiers chauffés au gaz ou à l'électricité, ce qui permettra de montrer quelque chose aux visiteurs de la Tenue de Mareil, si par malheur elle n'arrive pas à combler ses lacunes par rapport aux connaissances que nos ancêtres possédaient il y a 2100 ans environ.

Sommaire

Synthèse	3
Le site des fours à sel des Noës aux Moutiers en Retz	5
Le contexte archéologique et historique	8
La fouille archéologique des Noës aux Moutiers	10
Description du four des Noës	13
Hypothèses et Interprétations concernant le four des Noës	23
Production et commercialisation du sel du four des Noës	39
Annexe 1 : Références	43
Annexe 2 : Contexte historique	44
Annexe 3 : Plan côté du four à sel des Noës tel que restauré au musée Dobrée	49
Annexe 4 Exemples de pliage pour faire un auget	52
Annexe 5 Les augets profonds des Noës	54
Annexe 6 Typologie des augets fins	55
Annexe7 : Carte de l'Armorique à la fin de l'âge de fer	57
Annexe8 : Glossaire	58
Annexe 9 : Tentative de reconstitution d'un voûtain	60
Annexe10: Tentative d'estimations thermiques	61
Annexe 11 : Estimation de la production de sel	67
Annexe 12 : Nombre d'appoints	68
Annexe 13 : Estimation du temps nécessaire pour faire une chauffe de cristallisation	69
Annexe14 : Remarques et actions à entreprendre	71



L'ATELIER DE FOURS A SEL DU SITE DES NOES AUX MOUTIERS EN RETZ A LA FIN DE L'AGE DE FER

(-120/-60 avant notre ère)

Un exemple remarquable de production ignigène de sel à l'époque gauloise

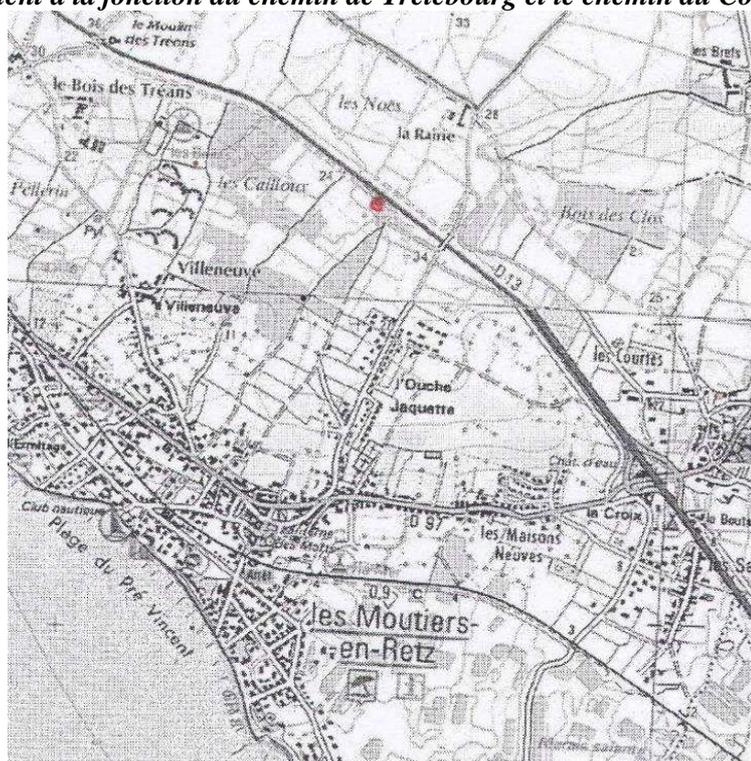
LE SITE DE FOURS A SEL DES NOËS AUX MOUTIERS

La mise à quatre voies de la route bleue (départementale D13) entre Pornic et Bourgneuf en Retz fit l'objet d'un suivi systématique par le Service Régional de l'Archéologie des Pays de Loire dans le cadre de conventions avec le Département de Loire Atlantique. Des opérations d'évaluation archéologiques furent conduites au fur et à mesure de l'avancement de ce projet routier qui traverse des zones proches du littoral extrêmement sensibles. En effet on constate une forte présence gauloise (Vème – Ier siècles avant JC) le long des côtes du Pays de Retz.

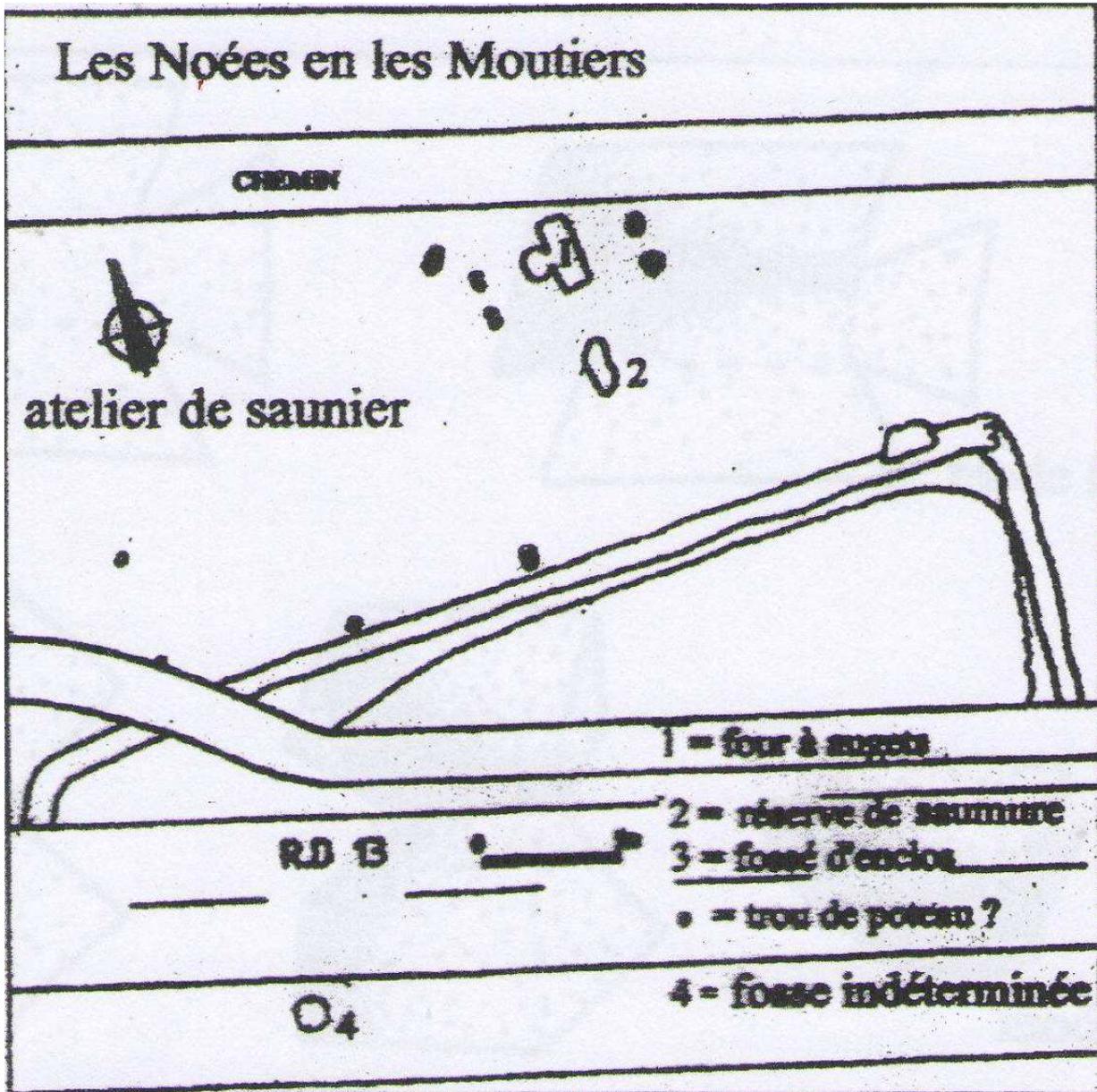
La localisation du site des Noës

Le site archéologique des fours à sel des Noës aux Moutiers en Retz a été découvert à la fin de l'été 1992 lors d'un diagnostic archéologique réalisé par N. Le Meur (AFAN), au lieu dit « Les Noës » aux Moutiers, après un décapage de terre végétale sur plusieurs milliers de mètres carrés.

Selon le dossier de fouille consultée à la DRAC, le site des fours à sel des Noës se trouve juste à quelques dizaines de mètres au sud de la route bleue, sur le nouveau chemin qui longe la route bleue, quasiment à la jonction du chemin de Trelebourg et le chemin du Coin Sarah



Selon le dossier « Origines de l'exploitation du sel en Loire Atlantique » de Michel Tessier 2004, le site est situé plutôt au nord de la route bleue, ce qui a été confirmé par 2 habitantes des Moutiers (Mmes Boutin et Derobert). Cette possible incohérence serait à examiner. Peut être, ces différences s'expliquent par un positionnement un peu différent entre l'ancienne route à 2 voies et la nouvelle route à 4 voies

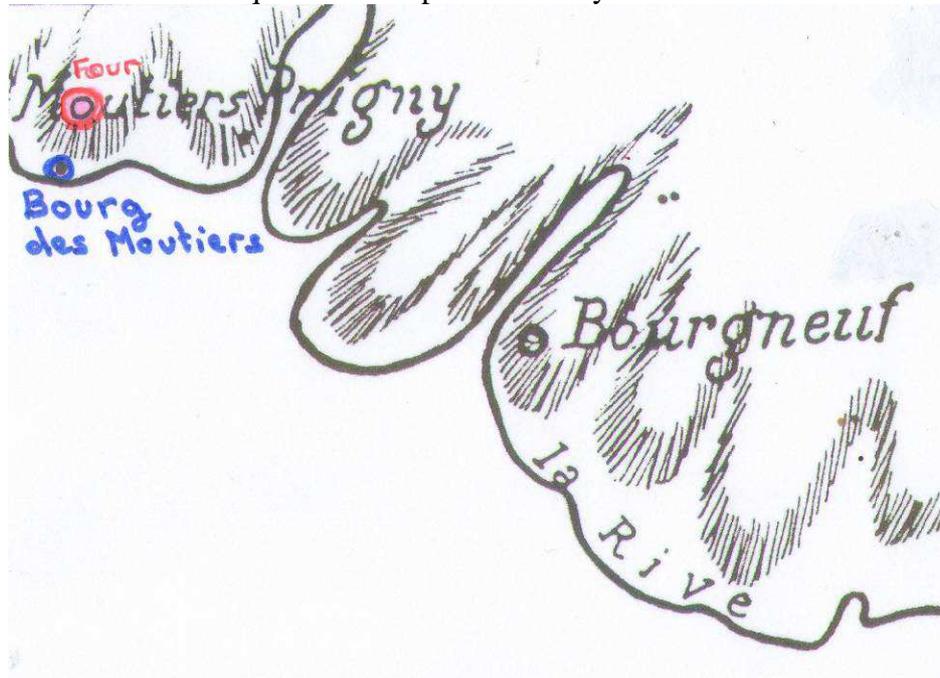


Carte extraite des « Origines de l'exploitation du sel en Loire Atlantique » (Michel Tessier 2004)

A noter que Nicolas Rouzeau a découvert en 1982 une structure tout à fait similaire à celle trouvée aux Noës à quelques centaines de mètres du site des Noës (Les Mystères de l'Archéologie : les sciences à la recherche du passé ; musée Dobrée). C'est peut être une explication de la difficulté de localisation des divers sites archéologiques, à cheval sur la route bleue dans cette zone des Moutiers.

Le positionnement du site des fours des Noës par rapport au rivage

Le four des Noës est situé en haut du coteau en face de la plage du Pré Vincent, surplombant le bourg actuel des Moutiers qui n'existait pas encore il y a 2100 ans.



Carte extraite du livre de Louis Lacroix

Le « rive » touchait pratiquement l'église du bourg actuel. On peut dire que le rivage suivait à l'époque approximativement là où est la voie ferrée actuellement.

Le bourg des Moutiers n'existe pas alors. Tout au plus y a-t-il au bord même des flots un hameau de huttes de pêcheurs et de producteurs de sel de sel de mer comme on le voit sur le panorama de la salle d'honneur de la Mairie des Moutiers. En effet, on a aussi découvert des fours à grille au lieu dit « camping municipal » aux Moutiers, c'est-à-dire au bas du coteau.



On peut considérer que le four des Noës était à environ un kilomètre du rivage de l'époque. Le marais Breton n'existait pas et l'océan allait jusqu'à Machecoul. Jean Mounès considère que le port de Prigny-Brillac ne s'est envasé qu'entre 852 et 1060 de notre ère, c'est-à-dire près de 1000 ans plus tard que le four à sel des Noës.

Pour aller chercher l'eau de mer des Noës, il suffisait donc au premier siècle avant notre ère de descendre le coteau des Noës et de remonter l'eau de mer dans des récipients jusqu'au haut du coteau.

LE CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Contexte archéologique

On découvre sur le site des Noës un four à sel et une fosse à saumure à l'extérieur et au nord d'un véritable enclos limité par un fossé, de trous de poteaux, de fosses dépotoirs. Il est possible qu'il n'y ait pas de liens entre le four à sel et l'enclos. On aurait alors un enclos protégeant l'activité du four à sel et le produit fini. Ce n'est pas le cas. L'enclos n'était peut-être qu'une ferme.

L'intérêt véritable du site réside en la découverte de très nombreux éléments de « briquetages » associés à une intensive exploitation du sel et de poteries attribuables à l'époque gauloise. On appelle en effet « briquetages » les restes de ces fours, et surtout les débris d'augets brisés après usage, signes de production de sel par chauffage.

Après prélèvement du four en motte et transport au musée Dobrée, sa fouille a été réalisée en public par Christian Chalm (1992) puis Christophe Devals (1994). Le four a également été restauré en public, au musée Dobrée, par Armand Vinçotte, restaurateur des céramiques au Laboratoire départemental Arc'Antique.

La surface fouillée (structure S10) a été de 4 000 m² à toucher la Route bleue.

Le site artisanal trouvé par les archéologues était vaste. Il y avait un enclos de 40 m sur 10 ou 20 m. On trouve un four à sel fracassé bien complet mais il est possible qu'à côté il y ait eu un second, voire un troisième four.

Pour le four à sel fracassé, avait été réalisée une fosse en parallélépipède rectangle de 2 mètres 50 de longueur, d'1 mètre 10 ou 1 m20 de largeur et de 0,5 mètre de profondeur, délimitée par un bourrelet d'argile cuite.

L'axe longitudinal du four est exactement orienté nord sud, avec alandier ouvert à l'ouest, c'est-à-dire dans l'axe du vent dominant. Le niveau de la grille (ou de la sole) du four a été trouvé après avoir dégagé une couche de terre végétale de 30 à 40 cm d'épaisseur.

La couche supérieure du sol est une terre végétale de 30 cm d'épaisseur où on ne trouve rien car c'est l'épaisseur de terre labourable. On ne sait donc pas si le four allait jusqu'au sol ou au-dessus du sol. La présence d'un bourrelet d'argile cuite au bord de la fosse suggère qu'il n'y avait pas de muret ni d'autres superstructures : le brasier était enterré (rayonnement, économie d'énergie).

Au milieu de la longueur et à l'extérieur du rectangle de la fosse du four, côté ouest, se trouve l'alandier, en une fosse circulaire très cendreuse d'un mètre de diamètre et à 0,5 m de profondeur qui permettait d'alimenter le four en chaleur. L'alandier est plus profond que le sol de la fosse de la grille. Enfin un foyer de 3 à 4 mètres de diamètre permettait de faire le feu.

La communication entre les 2 fosses (four et alandier) s'effectue par une entrée façonnée en pierres de schiste.

Contexte historique (cf. annexe 2)

Le site archéologique du four des Noës est daté à la fin de l'âge du fer (ou second âge du fer ou Tène finale III).

Les quelques individus de céramique « domestique » (lèvres et décors) découverts s'apparentent au mobilier généralement rencontré à la Tène finale.

La présence de fragments d'amphores Dressel 1A permet de préciser la datation du four des Noës entre 120 à 60 avant JC. Si c'est possible, il pourrait être utile de quantifier ces amphores, pour en préciser la provenance et éventuellement un réemploi pour le transport de saumure.

Le four des Noës aux Moutiers a donc été construit juste avant la colonisation des Romains (- 50 avant JC). Ce sont donc les ancêtres celtes, probablement Ambilâtres, du Pays de Retz actuel qui ont construit de tels fours (cf. annexe 2).



Exemple d'amphore Dressel 1A (poids vide 18 kg ; poids plein 33 kg)

On peut être surpris de trouver des éléments d'amphore Dressel 1A sur le site des Noës, car ces amphores Dressel 1A étaient en fait des amphores romaines pour transporter le vin de la péninsule italienne. Une émission Arte de fin janvier 2012 a fort bien expliqué la présence de telles amphores aussi loin de l'Italie.

En fait la République Romaine faisait à cette époque de grandes conquêtes, ce qui provoquait un grand afflux d'esclaves en Italie, notamment dans les propriétés des grandes familles romaines. De très grands domaines viticoles se constituèrent en Campanie et Toscane, qui exportaient leurs productions de vin de qualité médiocre dans tous les pays voisins. Des négociants en vin romains sillonnaient toute la Gaule bien avant la conquête et vendaient leurs vins aux aristocrates et aux plus riches gaulois. On sait que les Gaulois appréciaient le vin, parfois jusqu'à s'enivrer. Les amphores romaines sont donc un traceur de l'activité commerciale romaine. Elles venaient jusqu'à nos côtes par bateaux, notamment par l'Aude et la Garonne, mais aussi par le Rhône, la Saône et le Loire, via Narbonne et Toulouse (caserne Niel à Toulouse où on a trouvé 6 000 amphores ; site daté de -200 à - 80). Le vin italien était prisé des Gaulois, en effet, et les chefs offraient parfois des banquets collectifs où ce vin était consommé (rôle religieux ? Social ? Symbole de pouvoir, de richesse, de puissance ?).

L'une de ces amphores précoces a été trouvée en baie de Quiberon, une autre l'a été dans l'Erdre (musée Dobrée).

On peut donc supposer qu'à l'époque des sauniers des Noës, la production de sel rapportait bien financièrement et que les sauniers gaulois des Noës étaient suffisamment riches pour se procurer du vin romain importé (par achat ou par troc vin contre sel ou vin contre salaisons).



Le vin de la côte tyrrhénienne d'Italie était exporté dans toute l'Europe, notamment chez les Pictons dans des amphores du type Dressel1A entre le 3ème tiers du IIème siècle au 1^{er} tiers du 1er siècle avant JC

La technique de production du sel par chauffage semble avoir perduré pendant la période gallo-romaine (nous ne sommes pas sûrs que l'on en ait beaucoup d'exemples) mais peu à peu les Romains vont apporter sur la côte atlantique et dans le pays de Retz la technique du marais salant qui était déjà répandue sur toutes les côtes de la Méditerranée, y compris dans la Province (Provence, Languedoc), conquise dès 120 av. J.-C. Selon Jacques Santrot, il est probable que la technique des marais salants a dû apparaître dans notre région du Pays de Retz dès le règne d'Auguste (-27 à +14), lorsque l'exploitation coloniale de la Gaule crée des besoins en sel auxquels la technique ignigène gauloise, qui épuise les ressources en combustible, est incapable de répondre.

Enfin pour situer l'époque, on peut rappeler quelques hommes importants de la période -120-60 (moyenne -90) correspondant à la période de création de ce four à sel des Noës :

- Cicéron : -106 à -43 avant JC
- Pompée : -106 à -48 avant JC
- César : -100 à -44 avant JC
- Vercingétorix : -80 à -46 avant JC
- Spartacus : -100 environ à -71 avant JC

LA FOUILLE ARCHEOLOGIQUE DES NOËS

Le four à sel de forme rectangulaire est creusé à même le substrat schisteux et a été trouvé très bien conservé, mais avec peu de mobilier (cf. annexe 8).



Devant l'importance que représentait cette découverte, le Service Régional de l'Archéologie des Pays de Loire et le musée Dobrée prirent la décision de prélever le four en « motte », sans la fosse latérale de l'alandier.

Le four a donc été intégralement prélevé en une seule motte de 4,5 t environ par la Direction des Infrastructures routières et maritimes du Conseil Général de Loire Atlantique. La motte a été découpée dans le substrat schisteux, soigneusement coffrée et calée par de la mousse de polyuréthane. Elle est transportée au musée Dobrée à Nantes, fouillée sur place, en public, puis restaurée sur une moitié dans le but de présenter à terme le four au grand public. L'autre moitié est laissée en l'état pour montrer ce qui a été découvert au moment de la fouille. Cette démarche de conservation-restauration est unique en son genre.

La première approche en fouille a permis de constater que la structure était telle que laissée à l'abandon, avec effondrement sur place, formant ainsi un véritable puzzle très difficile à reconstituer.



Le four avant la fouille (cliché Arc'antique)



Le four en cours de dégagement (travaux de C. Chalm)
(cliché Arc'antique)

Une première opération de dégagement a été réalisée par C. Chalm en 2 semaines. La structure était complètement délabrée mais tous les éléments la composant semblaient présents : grille, voûtains et entretoises. Le dégagement des fragments de grille, de voûtains, et d'entretoises effondrés, est effectué passe mécanique par passe mécanique en repérant les fragments par « loci ». Au plan stratigraphique, quatre niveaux ont été retenus arbitrairement. Parallèlement, les sédiments ont été retirés sur une moitié du four ; sur la seconde moitié, seuls les éléments de grille et d'entretoises ont été prélevés.

DESCRIPTION DU FOUR DES NOËS (cf. annexe 2)

La fouille a permis d'éclaircir la façon dont le four avait été construit mais aussi d'en déterminer partiellement l'histoire.

La longueur du four est orienté nord-sud. L'alandier (le foyer) est situé à l'ouest, donc au vent, presque centré au milieu de la longueur du four.

Le four est construit en argile, probablement locale, sans dégraissant, c'est-à-dire sans charge pour armer la structure.

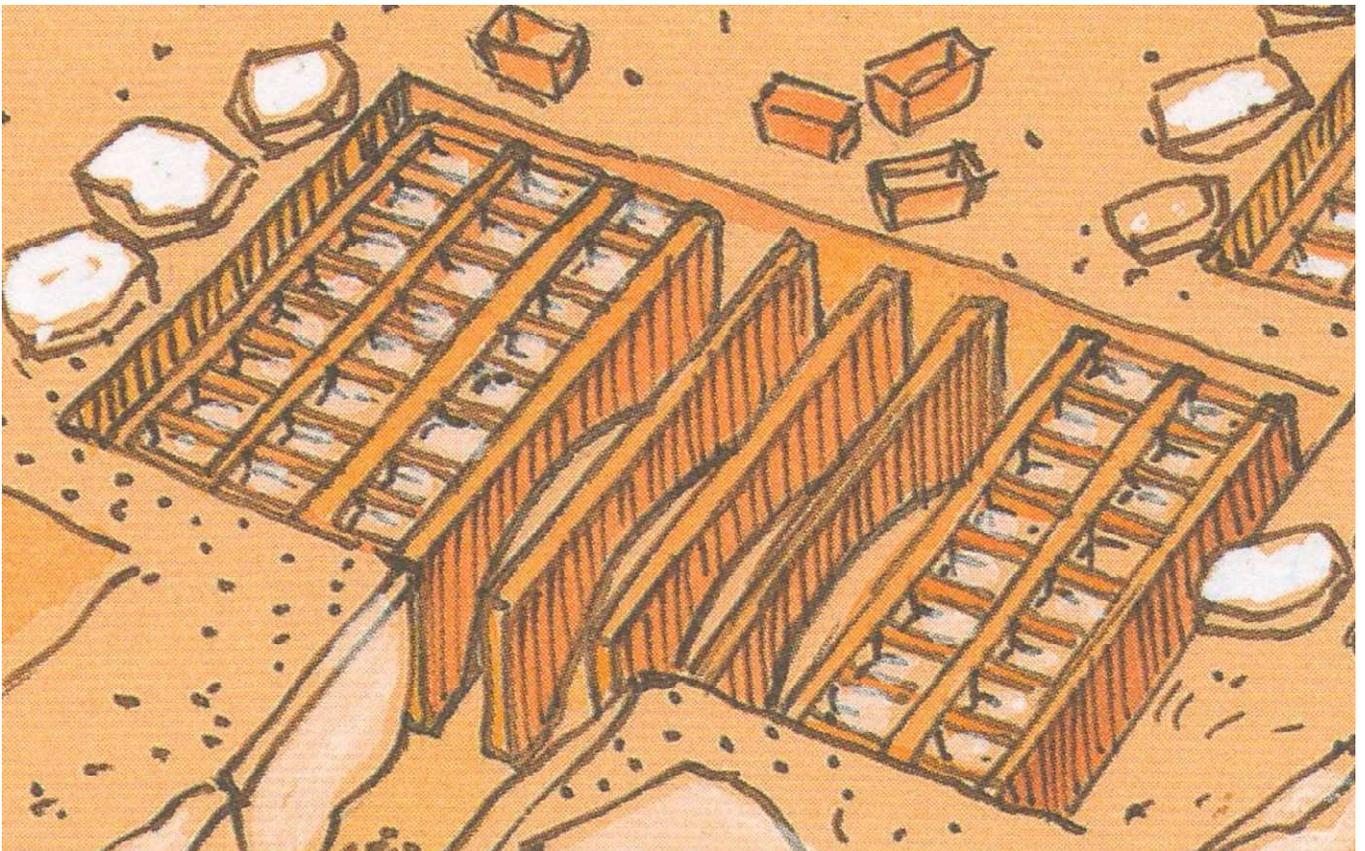
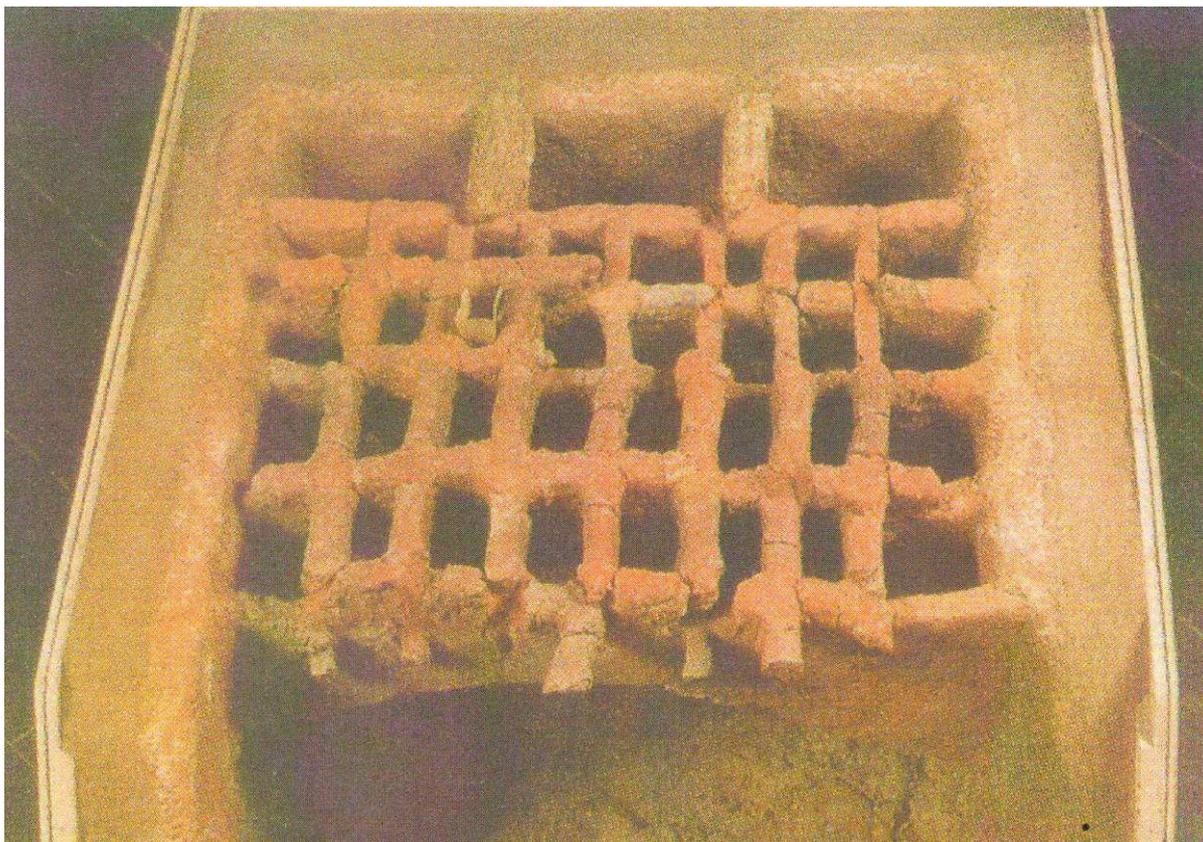


Schéma de principe du four extrait du livre « Traces humaines, des premiers hommes à la menace viking » Marie-Hélène Santrot, Jacques Santrot, Michel Politzer Éditions Somogy



Moitié restaurée du four des Moutiers (les Noës), avec les alvéoles pour augets et en haut de la photo la cheminée pour régler le tirage ; à gauche et à droite sur les cotés, les alvéoles plus larges sont selon Nicolas Rouzeau des événements indispensables pour répartir la chauffe

A quoi servait ce type de four ?

En 1980, Michel Tessier explique que « tous les chercheurs qui se sont penchés sur les briquetages pensent que ces vestiges sont liés à l'industrie du sel : en effet ces briquetages sont rencontrés tout au long des rivages ou près des sources salées ». A l'époque cependant, Michel Tessier considérait que ces fours pouvaient servir à sécher le sel produit dans des marais salants primitifs (cf. l'article Les Briquetages de 1980.)

En fait, les articles ultérieurs montrent que ces fours à augets permettaient de cristalliser une saumure concentrée en sel. Dans son dossier de 2004 (Les origines de l'Exploitation du sel en Loire Atlantique), Michel Tessier précise bien que les « briquetages sont des appareils de terre cuite destinés à la production du sel (Na Cl) par chauffage d'eaux salées (saumure) ».

Les voûtains en anse de panier

Le four des Noës est de structure assez classique composée de 11 voûtains à arche en anse de panier ; les voûtains à peu près identiques sont placés perpendiculairement à la grande longueur du four. Les voûtains font 15 cm de hauteur en leur milieu et 25 à 27 cm sur leurs bords ; l'épaisseur des voûtains varie entre 5 et 5,5 cm.

Le bas des voûtains est situé à 40 cm au dessus du fond de la fosse (où on voit une couche de cendres de quelques cm d'épaisseur).

Les voûtains sont espacés assez régulièrement, tous les 12 à 13 cm en moyenne (entre 10 et 15 cm en fait).

Four des Noës restauré (dans les réserves du musée Dobrée)



Il apparaît qu'il y a 2100 ans environ, la construction des fours à grilles était très au point. Le four en argile était creusé, construit et cuit sur place, à un endroit judicieusement choisi.

On creusait, dans le bri (cf. annexe 8) local, une fosse d'environ 2 mètres de longueur sur un mètre de largeur et 0,50 à 0,70 mètre de profondeur. Le sol et les parois étaient recouverts d'une couche d'argile qui se rubéfiait (cf. annexe 8) à la cuisson ou était-ce plutôt l'argile du substrat lui-même, lissée à la main mouillée, qui s'est rubéfiée sur une certaine épaisseur, jusqu'à donner l'impression d'une croûte argileuse rajoutée ?

Les onze (ou plus) voûtains transversaux étaient modelés en place, ancrés sur les parois latérales du four, sur une structure de clayonnage formant voûte en anse de panier qui rigidifiait l'argile avant séchage, puis disparaissait à la cuisson. On devait monter l'argile en talochant à la main (ou avec une plaquette de bois) au-dessus des arceaux.

Les traces de ce clayonnage structurant, deux branchettes de coudrier (de noisetier ou de genêt) de diamètre équivalent à un doigt, sont encore bien visibles sur la face inférieure (intrados) des voûtains ; les deux branchettes brûlent et disparaissent au premier chauffage de cuisson du four. On constate l'effet bleui du feu sur la face inférieure des voûtains.

Après le modelage des voûtains et, probablement un certain temps de séchage, on mettait en place, dans des encoches aménagées sur l'extrados des voûtains, les entretoises longitudinales à section rectangulaire qui formaient les logettes destinées à recevoir les augets au-dessus des braises.



Photo d'A.Cunningham de l'Association Patrimoine prise sur le four original des Noës au Musée Dobrée : on constate l'empreinte des tiges de noisetiers qui ont supporté les voûtains au moment de sa construction

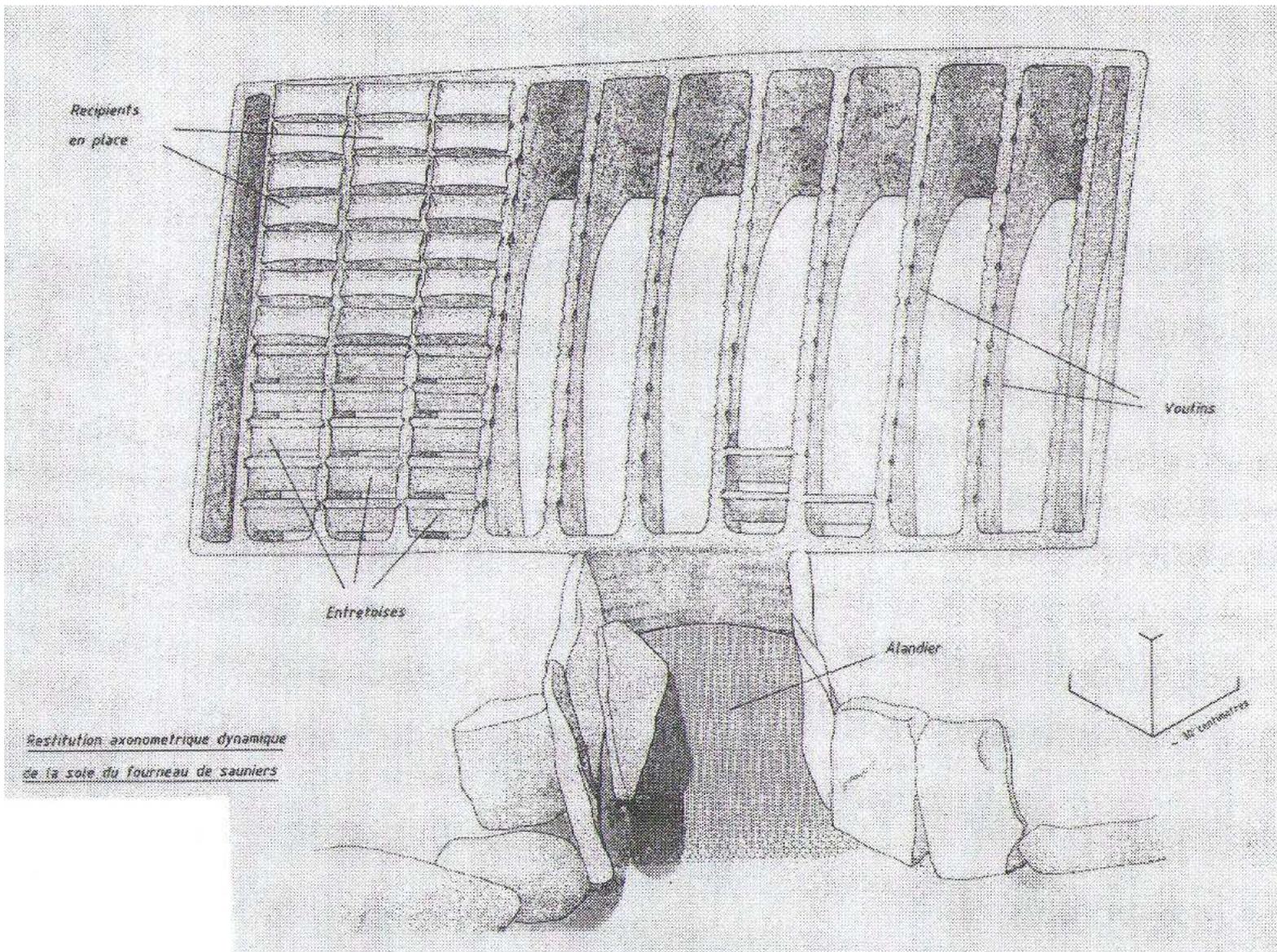


Schéma de principe du four à grille

Les entretoises

Les voutains à peu près identiques sont complétés par une série d'entretoises longitudinales de section rectangulaire, insérées dans des encoches prévues à cet effet dans la partie supérieure des voutains. Comme les entretoises, les encoches sont très « carrés » (6 cm de profondeur sur 3 à 4 cm de largeur) et non en boudins arrondis. L'espacement entre les entretoises varie de 6 à 10 cm (sauf un espace de 13,5 cm pour les alvéoles latérales le long des bords des 2 longueurs de la grille).

Selon Nicolas Rouzeau, les entretoises sèches sont appliquées dans les encoches des voutains, de façon à éviter les déformations lors de la cuisson du four. Selon Jacques Santrot, les entretoises devaient être scellées à la barbotine (cf. annexe 8) et par modelage avant d'être totalement sèches. Le séchage total des entretoises et des voutains devait être simultané pour éviter des retraits et fissures...

Le rechapage de la grille

On constate qu'au-dessus des entretoises carrées, la grille des Noës est « rechapée », par des boudins d'argile plus grossiers, de section 4 x 4 cm, sans qu'on en sache la raison et le but. On peut faire les hypothèses suivantes quant à la fonction de ces rechapages :

- réparation de la grille, avariée par des cuissons successives ?
- adaptation de la grille à un format légèrement différent des augets ?
- surélévation de la grille pour améliorer la circulation de la chaleur ou pour mieux positionner les augets vis-à-vis du feu
- étanchéité des fuites entre augets et grille par de l'argile très molle appelée « lut » : Jacques Santrot doute de cette dernière possibilité car le luttage aurait été une opération normale, faite à chaque chauffe, qui aurait laissé davantage de traces.

La grille (ou la sole)

La combinaison des voûtains et des entretoises forme la grille (ou la sole) qui permet de positionner les augets au-dessus du feu ou des braises. Le principe de la chauffe, selon N. Rouzeau, est de canaliser l'air chaud le long des parois des augets. Le gros avantage de ce système de chauffe est que le fond et les parois des augets sont directement soumis au rayonnement des braises et au contact des fumées brûlantes. Ce point associé à une très faible épaisseur des parois d'augets permet d'avoir un rendement thermique optimum, ce qui nous fait dire que techniquement ce type de four à grille pour cristalliser le sel était performant.

La grille unique était assez massive donc solide mais elle devait avoir aussi une très bonne inertie thermique favorisant l'évaporation de l'eau.

Les alvéoles de la grille pouvaient recevoir un ou plusieurs augets. En fait, les dimensions des alvéoles étaient assez irrégulières ce qui démontre qu'on cherchait la rapidité et l'efficacité industrielle et non la perfection artistique. L'irrégularité des cellules était-elle corrigée par des « luts » d'argile crue (cf. annexe 8) pour boucher les interstices et les fuites de façon à limiter les déperditions thermiques de l'appareil ? C'est peu probable, car ces luts n'ont pas laissé de traces dans le remplissage du four ; la fosse, normalement, aurait dû se combler progressivement au démontage de chaque fournée. Un tel « lut » (cf. annexe 8) aurait pu être le même produit d'argile molle qui a servi au rechapage, mais les indices sont contraires.

Le four comptait 8 alvéoles dans le sens transversal (6 étroites et 2 larges sur les côtés) et 10 alvéoles dans le sens longitudinal. Le four comptait donc 80 alvéoles (60 petites et 20 grandes). En effet, certaines alvéoles larges pouvaient, semble-t-il, permettre d'installer 2 augets. Mais ces alvéoles larges étaient peut être des événements de réglage de la combustion selon Nicolas Rouzeau. On pouvait donc chauffer sur la grille de la saumure dans 60 à 100 augets fins standards selon les cas. **Chaque fournée permettait donc d'obtenir 60 à 100 pains de sel cristallisé, chacun dans son "emballage perdu ou non" de terre cuite, d'environ 200 grammes chacun.**

L'alancier

L'alancier est situé à l'ouest pas tout à fait au centre. Il est construit à l'aide de dalles de schiste qui délimitent un couloir étroit et "voûté" conduisant la chaleur et les braises de l'aire de chauffe (foyer) au brasier de la fosse du four, sous sa grille. Ces dalles plates canalisent la chaleur du foyer, poussée par le vent d'ouest, vers l'intérieur du four. L'ouverture de l'alancier a une largeur de 28 cm environ ; la voûte de l'ouverture est surbaissée approximativement de 28 cm par rapport au niveau supérieur de la grille. Les retombées des voûtains au droit de la voûte de l'ouverture de l'alancier ne sont pas vraiment définies sur les schémas de l'annexe 3. Sur le four restauré des Noës, la voûte de cette ouverture est faite de pierres qui permettent de maintenir les voûtains centraux.

Le sol de l'alandier est surbaissé de 10 cm par rapport au sol du four, dispositif destiné à faciliter le tirage.

L'ouverture entre foyer et le dessous de la grille a approximativement les dimensions suivantes (cf. annexe 3) : $(52+10-28) \times 28 = 34 \text{ cm} \times 28 \text{ cm}$, ce qui paraît très petit (0,1 m²). L'expérience permettra de vérifier la viabilité d'une si faible ouverture.

L'aire de chauffe ou foyer

A noter qu'il existait pour le four des Noës une aire de 4 m de diamètre (et non 4 m de rayon selon Nicolas Rouzeau) surcreusée par rapport au sol pour probablement stocker le combustible (bois, broussailles de lande, algues lessivées pour l'obtention d'une saumure concentrée, puis séchées) et faire le feu pour préparer les braises. 4 m de rayon ne nous paraît pas raisonnable. Selon Jacques Santrot, pour un four à céramique, l'aire de chauffe excède rarement 1,80 m de diamètre.

Une expérimentation serait nécessaire pour progresser sur le thème de la cuisson du four.

Les cheminées

A chacune des deux extrémités nord et sud (petits côtés), il y a une cheminée sans entretoise qui assurait le réglage du tirage et de la température intérieure en obturant plus ou moins les orifices par des plaques de schiste posées à plat (trouvées à proximité).



En bas de la photo, on peut visualiser une cheminée avec ses membranes verticales en schiste de canalisation des fumées ; en haut, on constate un exemple de rehaussement par réparation rechapage)

Au niveau des cheminées, de petites dalles de schiste sont installées de chant en formant des cloisons à chaque extrémité du four, comme si on avait voulu canaliser les fumées. On pourrait se demander s'il n'y avait pas de telles dalles verticales aussi en-dessous de la grille pour canaliser aussi le feu vers les extrémités du four. Mais aucun élément ne permet de valider cette hypothèse.

A noter que le niveau du sol au fond de la fosse est surélevé de 5 à 10 cm au droit des cheminées par rapport au niveau du sol sous le reste de la grille, ce qui devait aussi améliorer le tirage. On peut en déduire que les Gaulois avaient d'excellentes connaissances de la combustion et des bons profils pour améliorer le tirage (effet Venturi).

Les événements

On constate que les alvéoles latérales sont plus larges, avec des ouvertures supérieures presque carrées, d'environ 12 à 13 cm x 13,5 cm. Ces alvéoles larges nous paraissent incompréhensibles.

Pour Nicolas Rouzeau, ce sont des événements nécessaires à la bonne combustion et à la répartition de la chaleur sur toute la grille. Bien sûr, nous approuvons cette fonction, mais une expérimentation nous serait utile pour bien comprendre comment cela se passait.

Selon Jacques Santrot, l'utilisation en événements de ces grandes alvéoles sont très plausible, mais il peut y avoir une autre hypothèse : l'usage de plus grands récipients pour un préchauffage de la saumure nécessaire à "l'houillage" (cf. annexe 8) des augets en cours de cristallisation, avec apports successifs d'un complément de saumure au cours de l'évaporation – cristallisation... Le faire avec de la saumure froide ralentirait le processus. Mais aucun indice factuel ne milite actuellement en faveur de cette hypothèse.



Au premier plan à gauche, les alvéoles larges qui sont des événements selon Nicolas Rouzeau ; à droite, une cheminée et ses pierres verticales de canalisation des fumées

Situation du four au moment de la découverte

D'après le rapport de fouilles des archéologues, l'abandon du four a été volontaire alors que le foyer chaud fonctionnait encore « *puisque un niveau d'argile rubéfié, partie du remblai, recouvre régulièrement la petite couche de terre cendreuse, vestige du dernier foyer en activité* » et « *que la grille ne comportait plus d'augets* ». Mais un auget entier a été retrouvé dans le fond de la fosse. Ces constatations permettraient selon le dossier de fouille de prouver qu'un tel four était construit pour produire du sel sur une seule saison d'été.

Jacques Santrot ne comprend pas cette conclusion. Il pense qu'un tel four, à la fois techniquement évolué et très simpliste, demandait, pour être performant, une certaine expérience de la conduite du processus artisanal, et qu'il pouvait être utilisé quasiment en continu durant toute la saison favorable. On pouvait ne le laisser refroidir que pour vidanger la fosse du brasier quand elle était encombrée de cendres. Bien entendu, cela suppose une équipe suffisante pour rassembler le sablon et les algues salées et séchées, concentrer la première saumure de lessivage, la transporter vers le coteau sur au moins un kilomètre avec les mules ou ânes nécessaires (plutôt que des charrois), collecter le combustible de plus en plus loin du four, organiser le transport du sel en pains, etc. A part le cas où un feu excessif aurait surcuit, déformé ou rongé la structure, le four pouvait être réemployé indéfiniment moyennant quelques réparations avec l'argile locale. Rien ne s'oppose donc à un usage pluriannuel comme on le fait des œillettes des marais salants qui doivent recevoir un minimum d'entretien annuel pour les préparer à un fonctionnement permanent durant la saison chaude à venir.

L'archéologie expérimentale permettra, espérons-le, de définir plus ou moins précisément la durée d'une fournée et la consommation de combustible, et donc, à terme, en se fondant sur la météorologie moyenne, la capacité de production annuelle d'un four... ce qui sera l'information capitale à comparer à celle du marais salant.

Les augets (cf. annexe 4, 5,6 et 7)

Dans les trous de la grille étaient placés des augets dans lesquels on versait de la saumure de sorte à cristalliser le sel par chauffage. Les augets appartiennent au type sud armoricain standardisé qui existait à l'époque de la pointe du Raz à la Vendée. Chaque pesait environ 50 à 60 grammes, Les dimensions étaient les suivantes :

Plan supérieur : environ 9,5 cm de longueur, 6,5 cm de largeur

Plan inférieur ; environ 6,5 cm, 4 cm de largeur

Hauteur 6,5 centimètres environ

ce qui correspond à un volume utile d'environ 1/5 litre (20 cl).

Les augets permettaient d'obtenir des pains de sel en tronc de pyramide

Les augets à sel étaient obtenus par pliage d'une fine feuille d'argile, éventuellement moulé dans un moule en bois à fond creux (ou en estampage mâle).

Il est très difficile de nos jours de reproduire de tels augets avec une telle finesse de parois (2 à 3 mm) et avec une telle standardisation. Les Gaulois avaient manifestement un savoir faire qu'on a perdu.

A noter que les augets ont une forme proche du parallépipède rectangle pour contenir le maximum de saumure mais avec un faible biseautage. Cette inclinaison très étudiée (on dirait ce « fruit » dans le domaine du bâtiment) était très standardisée (12 à 15° d'inclinaison). Une telle inclinaison permettait :

-un bon blocage ou calage des augets sur la grille

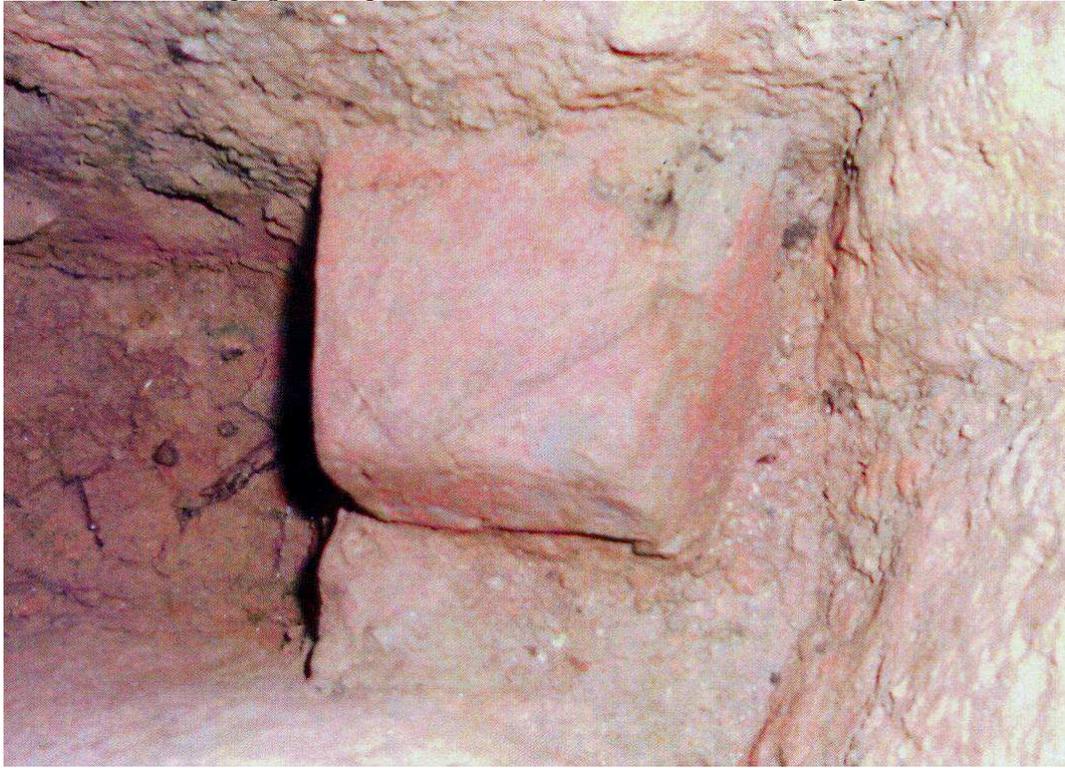
-un démoulage facile à la fabrication

-un emboîtement des augets préfabriqués en stock sans les coincer (coincement en dessous de 5° de pente) ; on a retrouvé des augets imbriqués non utilisés ; on a retrouvé des augets emboîtés, ce qui est la preuve d'une sorte de moulage.

Augets des Moutiers



*Augets à sel imbriqués qui n'ont sans doute jamais servi (vers 125-25 avant JC) ;
Les Moutiers Camping Municipal et Les Noës ; Source: Musée Archéologique Dobrée*



Auget original tel que trouvé au milieu du four restauré des Noës

Les augets de forme tronc prismatique étaient placés dans les trous de la grille du four qui les maintenait. Les augets, remplis de saumure, étaient chauffés directement sur les fumées et flammes jusqu'à cristallisation du sel de mer.



Positionnement d'un auget reconstitué sur la grille originale du four (les augets réels ne faisaient que 2 à 3 mm d'épaisseur contrairement à l'auget reconstitué qui fait 6 mm d'épaisseur) ; cet auget reconstitué est 3 fois trop lourd ; idéalement, l'auget devait être complètement enfoncé pour présenter ses parois au maximum à la chaleur ; on voit à nouveau sur cette photo le sur-élévation de la grille par réparation (ou rechapage)

HYPOTHESES ET INTERPRETATIONS

La fouille a permis d'éclaircir la façon dont le four a été construit mais aussi d'en déterminer partiellement l'histoire. Mais il reste bien sûr des incertitudes qui nous conduisent à émettre des hypothèses et à proposer des interprétations.

La localisation du four des Noës

On constate que le four des Noës était situé sur le haut du coteau (à 25 m d'altitude) qui domine le village actuel des Moutiers. Il était situé à un kilomètre du rivage en descendant le chemin de Trelebourg ou en allant vers le port de Prigny. Dans les deux cas, cela peut paraître éloigné de l'océan où devait être prélevée l'eau salée. Il convient de rappeler que le liquide placé dans les augets était très concentré en sel. C'était en fait une saumure proche ou à la limite de la saturation que l'on chauffait dans les augets. On peut en imaginer le transport dans des amphores ou dans des outres.

Cependant, le positionnement du four en haut du coteau des Moutiers a pu être choisi pour d'autres raisons que la proximité de l'eau de mer :

Proximité du hameau de l'âge de fer des Courtes (cf. chronologie de l'annexe 2) : Il est possible que le four à sel des Noës ait été créé et exploité par les habitants des Courtes, hameau situé seulement à environ 800 mètres des Noës. Ce site, en effet, a été occupé par des humains **du début** du premier âge du Fer (-750/-700) à la Tène finale (-150/-30).

Selon Jacques Santrot, la proximité du village n'est peut être pas l'argument décisif pour l'implantation du processus artisanal au regard :

- de l'économie de manutention des matières premières (eau de mer, sablons, algues séchées)
- des besoins induits en transport aux différents stades, en cherchant le processus qui minorerait le poids de la main d'œuvre et du transport, le besoin en contenants (amphores, outres ou tonneaux), etc.
- de l'organisation spatiale idéale pour chaque phase d'obtention du sel
- des nuisances produites (fumées et odeurs) : on constate que les batteries de four à fumage des salaisons sont installées en dehors de toute agglomération et sans installations vivrières à proximité...

Proximité des voies de communication situées en haut du coteau ; le site est à quelques 300/400 mètres de la route romaine qui, peu de siècles plus tard, allait passer à la Rairie parallèlement à la *route bleue* actuelle. Si, la route romaine n'existait pas à l'époque, il y a lieu de penser qu'elle fut construite sur une voie de passage gauloise. La preuve de l'existence matérielle de ces voies de communication est à vérifier.

A noter, selon Jacques Santrot.:

- l'installation artisanale devait être placée au plus près des matériaux pour limiter leur manutention
- pour des raisons de sécurité, le lieu de stockage du produit fini devait être situé au milieu de la zone d'habitat. Surtout si ce produit avait valeur de paléo-monnaie !
- le cheminement des matériaux par ânes ou mulets ne nécessitait que d'étroites pistes ordinaires, plus ou moins empierrées
- la commercialisation ou le troc du sel en pains, sans doute avec son "emballage" - l'auget - exigeait en revanche soit une voie empierrée pour charrois, soit un embarcadère plus ou moins développé pour expédition par pirogues ou chalands. Hormis le décor urbain et de prestige qui caractérise les ports antiques de chefs-lieux, avec des quais et des entrepôts plus ou moins développés, un port antique ne demande que peu ou pas d'infrastructures : une simple planche dans un étier d'échouage permet de charger et décharger de lourds chalands depuis la berge comme on le constate encore quotidiennement en Égypte ou en Afrique noire ; la proximité de Prigny peut être favorable.

Proximité de bonne argile aux Rairies ; le site des Noës est très proche du lieu dit « La Rairie », nom qui s'apparente généralement à un lieu de production de terre cuite. Peut-être y avait-il donc à la Rairie un gisement d'argile de meilleure qualité que celle de l'estran ? (hypothèse de Gérard De Cayeux). Jacques Santrot privilégie toujours, sauf à preuve du contraire, l'utilisation de l'argile même du lieu d'implantation, sans apport extérieur, encore que c'eut été moins "coûteux" de faire venir une argile plus adaptée que de déplacer en un lieu plus malcommode les installations artisanales. Malheureusement, on n'a pas gardé de prélèvement du substrat des Noës, désormais inaccessible...

Protection par rapport aux dangers de la côte (« vimers », raz-de-marée, tempêtes...) : ce souci ne constitue probablement pas une raison majeure car, des fours à sel avec grilles et augets ont aussi été trouvés au camping municipal des Moutiers, c'est-à-dire en bas du coteau, sur le rivage d'alors. Ce qui paraît effectivement très logique, contrairement à l'implantation "haute" des Noës, qu'on ne s'explique pas encore. Les habitations étaient, elles, plutôt situées en haut du coteau à l'abri des dangers de la mer. Selon Jacques Santrot, tout cela est peut-être... presque trop logique et contemporain au regard du goût du risque et du fatalisme antiques !

Les vestiges de fours, trouvés tant sur le rivage de l'époque qu'en haut du coteau, prouvent l'importance de l'industrie salicole aux Moutiers depuis trois millénaires.

Comparaison avec les fours à grille du Camping Municipal des Moutiers

En effet on a aussi trouvé des fours à sel avec grilles et augets au camping municipal des Moutiers, c'est-à-dire en bas du coteau, tout près du rivage d'alors. Pour J.Y. Jaunet, la géographie commande la position des sites de production de sel.

Là où il y a des plages suffisamment larges, il est préférable de s'y installer car on y trouve l'eau salée, les sablons, les algues, l'argile marine et il ne reste que le bois à transporter, puis ensuite le sel.

A noter que selon Jacques Santrot, on était amené à économiser le bois, pas si abondant qu'on pourrait le croire depuis le Néolithique, en brûlant les algues lavées, sous-produit du processus, et la broussaille des landes, au renouvellement beaucoup plus rapide que le bois (principalement de chêne, le hêtre n'apparaissant vraiment qu'après le IV^e s.).

Jacques Santrot : Pour les bois, le hêtre ne se développe en effet, à Rezé, d'après le diagramme palynologique de l'Antiquité, qu'à partir du IV^e siècle après J.-C. Avant, le chêne est le bois le plus utilisé pour le chauffage des fours, mais il semble qu'on lui préférât la broussaille de lande, qui se renouvelait rapidement (économe de la forêt, moins de charrois), moins lourde à manipuler, et efficace en chauffe. L'arrivée du hêtre est liée à une baisse des cultures ainsi qu'un possible petit refroidissement climatique simultanée.

Là où il n'y a pas de plage ou trop peu, il est nécessaire de construire les sites de production sur les hauteurs près des voies de communication pour la commercialisation. Il faut alors « remonter » l'eau salée, les sablons, les algues, ce qui représente une logistique beaucoup plus contraignante qui ne s'explique pas.

Aux Moutiers, il y a probablement eu une évolution au fil du temps, en fonction du retrait de la mer ; mais à l'époque, on est plutôt encore dans une phase de remontée lente du trait de côte. Lorsque la mer venait lécher les falaises, les fours auraient été construits sur les hauteurs, sur des sites disposant d'argile (Noës, Rairie, Jaunais,...), le bois de chauffage se trouvant à proximité en grande quantité (malgré l'essartage et l'écobuage qui existaient depuis très longtemps !). Par la suite, les plages et zones marécageuses sont apparues lors de la progression de la phase de comblement de la baie de Bourgneuf, dont on ne sait plus très bien comment on la date...(selon Jacques Santrot) permettant une construction des aires de production de sel au plus près de l'eau salée et de l'argile marine . Dès lors, il a suffi d'organiser la logistique du bois de chauffage (moins importante qu'on peut le penser), d'algues et de broussailles qu'il fallait descendre vers les plages. Le transport du bois en grande quantité devait être plus simple à réaliser (bêtes de somme) que celui de l'eau de mer dans divers récipients... Nous n'avons pas la datation des fours du Camping Municipal. Mais la proposition de J.Y. Jaunet apparaît tout à fait plausible. Selon Jacques Santrot, si la typologie est la même entre fours à sel, la datation est analogue. Il a même pu y avoir production simultanée entre les fours des Noës et du Camping Municipal. .

La conception du four des Noës

Quand on examine soigneusement le four des Noës restauré au musée Dobrée, on ne peut s'empêcher d'être étonné par la perfection, l'ingéniosité mais aussi la simplicité de sa conception, qui correspond sans doute à plusieurs millénaires d'expériences et d'évolutions pour répondre à une augmentation déterminante des besoins en sel. Pourtant sa production quasi industrielle apparaîtra bientôt encore très insuffisante pour les colons romains qui mettront le territoire en coupe réglée et apporteront de méditerranée la technique plus productive du marais salant.

Le four à grille des Noës apparaît cependant d'une conception achevée intégrant toutes les évolutions technologiques pour produire du sel ignigène. Il faudrait tester réellement un tel four pour nuancer cette position, mais d'ores et déjà, à l'examen du plan, on peut mettre en évidence les qualités suivantes :

-l'argile, matériau idéal pour faire un four

Un tel four en argile cuite, plutôt de structure massive et pourtant simple, devait très bien conserver et répartir la chaleur ; les augets biseautés devaient bien fermer la grille conservant la chaleur sous la grille ; mais les interstices ne pouvaient être que favorables au tirage, les alvéoles les plus "efficaces" devant se trouver au plus proche de l'alandier. L'espace sous la grille était de fait un parallélépipède creux dont les parois étaient complètement recouvertes d'argile cuite qui jouait un rôle d'isolant thermique, d'emmagasineur et de réflecteur de chaleur. Les pertes par convection étaient en fait limitées au minimum au-dessus des augets ; l'intérieur du four était soumis à un maximum de rayonnement.

Si la fouille n'a sans doute pas permis de le démontrer, il est vraisemblable que le four (et peut-être même son aire de chauffe) était protégé de la pluie par une toiture de "chaume" sur charpente de bois, et que des clayonnages plus ou moins mobiles devaient le protéger de certains vents, ou orienter ces derniers pour favoriser la conduite de la chauffe avec souci de l'économie du combustible en fagots.

-positionnement du four

Le four est orienté nord-sud ; le foyer est positionné à l'ouest permettant ainsi au vent dominant de s'engouffrer naturellement sous la grille avec la chaleur du foyer. Souvent les fours de potiers sont construits sur une pente bien exposée aux vents dominants, le four étant enterré dans la "falaise", facteur favorable à la chauffe, en évitant la déperdition et en favorisant le rayonnement interne et la concentration de la chaleur, tandis que l'aire de chauffe s'en dégagait côté pente (Jacques Santrot).

Le four a été découvert à 30 ou 40 cm de profondeur dans le sol, ce qui devait protéger les augets du refroidissement du vent et assurer un effet de cheminée pour l'ensemble du four. C'est peut-être aussi le sens du "bourrelet" d'argile qui frange la fosse. Si cela avait été nécessaire, on aurait trouvé un muret périphérique, ce qui n'est pas le cas.

A contrario, il ne faut pas négliger l'utilité d'un vent rasant sur la surface supérieure des pains de sel, dont on sait qu'il est plus efficace que le soleil pour l'évaporation des marais salants.

Enfin il ne faut pas selon Jacques Santrot, exclure l'exhaussement naturel du sol au cours de l'histoire, par accumulation d'alluvions ou de sédiments éoliens, voire d'humus.

-existence d'une superstructure sur le four

En fait, on ignore s'il y avait une superstructure au-dessus de la grille car la couche supérieure de 30/40 cm est une terre végétale maintes fois labourée où on ne retrouve aucune pièce archéologique.

Selon Yann Le Jeune (DRAC), le principe d'une partie haute pour fermer le four est possible chronologiquement car à cette époque on savait faire des bas fourneaux pour réduire le fer. Jacques Santrot confirme encore plus cette possibilité pour les fours à céramique, mais on aurait gardé des traces d'un tel laboratoire inutile par ailleurs (et qui ne correspond pas du tout aux dispositifs qui ont perduré au XVIIIe s. dans l'extraction du sel des fontaines salées de Lorraine, par exemple, comme on peut le voir dans les dessins de L'Encyclopédie).

-accès à la grille

Une superstructure et un enterrement de la grille rendent très incommode sinon même impossible l'accès aux augets. On peut penser qu'il n'y avait aucune structure au-dessus de la grille, ne serait-ce que par la nécessité d'accéder aux augets pour faire les appoints en saumure lors de la production de sel. Nous avons estimé qu'il fallait a minima une dizaine d'appoints pour chaque auget avant une cristallisation remplissant à peu près complètement l'auget. **On peut estimer qu'il y avait donc pour les 100 augets mille appoints par tournée de production.**

D'autre part, vue la grande inertie thermique du four, on avait grandement intérêt à faire de la chauffe et de la production continue (peut-être même de nuit) : il faut alors envisager aussi le retrait à chaud des pains totalement cristallisés dans leurs augets et peut-être les augets chauds eux-mêmes, en utilisant par exemple un système de pinces en bois...

Tous ces arguments démontrent que le four ne devait pas avoir de superstructure, car l'accès aux augets était primordial.

-réglage de la combustion

Les 2 cheminées aux extrémités du four et les événements latéraux permettent éventuellement un réglage du tirage et de la répartition de chaleur en tout endroit de la grille.

Yann Le Jeune précise qu'à cette époque on savait faire des soufflets pour activer la combustion. Jacques Santrot confirme l'existence de tels soufflets pour les forges, depuis l'âge du Bronze, systèmes toujours en usage en Afrique noire, mais cela n'est nécessaire que pour atteindre des températures élevées de fusion du métal (fer 1540°C) ou du verre (1400°C), totalement inutile pour les températures plus faibles (1000°C pour cuire le four et surtout 100, 200 ou 300°C pour cristalliser le sel). En fait au four des Noës, aucune tuyère à soufflet n'a été trouvée, ce qui est normal ! On peut en déduire que le tirage se faisait de façon naturelle par les simples réglages sur les cheminées et événements et sans doute par des clayonnages orientables sur le vent rasant les augets.

-augets

Les augets à parois très fines sont évidemment thermiquement très efficaces et, par leurs dimensions et leurs formes tronconiques, apparaissent conçus à l'optimum possible. Ils pouvaient être cuits dans des fours spécifiques. Mais il est aussi vraisemblable, selon Jacques Santrot, que les augets soient "précuits" sur la grille au cours de la chauffe précédant leur usage, peut-être dans des alvéoles moins efficaces, ou posés sur les entretoises si ça ne gênait pas trop le rechargement en saumure.

-choix de l'argile pour réaliser le four

Bien sûr, on peut penser que naturellement les Gaulois ont essayé d'utiliser tout simplement l'argile de l'estran qui était la plus disponible s'il se vérifie qu'elle était bien adaptée.

Il est très probable que l'argile du marais ou de bord de mer ait été traitée avant utilisation.

M. Le Jeune explique plusieurs méthodes de traitement:

-séparation de l'argile du limon en mélangeant dans de l'eau, en brassant et en laissant décanter ; le sable tombe au fond alors que l'argile reste dessus ; mais selon Jacques Santrot, cela a également pour résultat de dégraisser (cf. annexe 8) l'argile et donc de la rendre beaucoup plus sujette à important retrait au séchage et donc très cassante à la cuisson. C'est le contraire de l'objectif poursuivi. Cette technique permet d'obtenir une barbotine très fluide (cf. annexe 8)

-pourrissement de l'argile en la laissant à l'air de longs mois dans un bassin humide : c'est le fait de toute argile plastique destinée à la poterie mais aussi à la fabrication de briques. Le tas d'argile doit passer l'hiver exposé aux intempéries, puis, bêché et foulé. (Voir les tas au Fuilet) ; cette occupation a un caractère saisonnier.

Pour Jacques Santrot, il n'y a pas de dégraissant visible (cf. annexe 8) à l'œil nu dans l'argile cuite du four original restauré des Noës (pas de points visibles au milieu de l'argile rouge).

De l'argile de M. Gouy, habitant des Moutiers, prélevée à 3m de profondeur dans le marais, a été montrée à Robert Sourice (Potier au Fuilet 49). L'argile lui paraît tout à fait correcte, et même bonne mais bien trop humide. Il faut travailler avec une argile **dure mais non sèche. Il faut donc malaxer (pétrir) au moins une heure à la main cette argile des marais (d'abord foulée aux pieds** selon Jacques Santrot en rappelant le film *Les Dix Commandements* de Cecil B. DeMille 1956 !). Pour que l'argile se durcisse, il faut laisser le bidon de stockage très légèrement ouvert. La présence de sel dans l'argile ne paraît pas pour Robert Sourice être une difficulté (les potiers additionnent leur argile de sel pour certaines cuissons, par exemple projections de sel dans le four chaud pour obtenir un glaçage ou une glaçure, étanche et décorative.

On s'aperçoit que très probablement, l'argile était préparée et travaillée longtemps à l'avance bien avant l'été de sorte qu'elle soit prête à utilisation au moment de la construction du four. Le travail de préparation de l'argile est une activité hivernale qui permet de mettre à profit les intempéries. (Voire encore ce qui se passe au Fuilet ou en Brière). On peut utiliser des bassins de décantation et de vieillissement en bois.

-Séchage de l'argile

Une fois les pièces réalisées, il faut un séchage très lent et très long. Donc la fabrication des fours est sans doute une activité hivernale, en période humide, la fosse étant cependant protégée de la pluie mais maintenue naturellement humide par une jonchée de feuillage vert. Plus les pièces sont épaisses, plus leur séchage pose des problèmes de fissuration par retrait. Les voûtains épais (5 cm) ont tendance à fissurer au séchage (Robert Sourice conseille une épaisseur de 3 cm). En raison de leur masse (30 kg), le séchage des voûtains, d'après les potiers actuels, doit être très lent et réalisé à l'abri d'un coffrage léger (ou d'un plastique) pour garder l'humidité en surface et permettre un séchage homogène depuis le cœur du voûtain. Yves Charonnat (Richesses Patrimoniales de La Bernerie) conseille un paillage (comme on fait pour le séchage du béton). Jacques Santrot confirme que la paille et les feuilles sont l'équivalent antique du plastique !

Nicolas Rouzeau précise que le **séchage doit être lent et complet**, ce qui demande beaucoup de temps. A l'extérieur, le séchage devait se faire à l'abri du soleil et des intempéries. De nos jours (selon Gérard de Cayeux), on dit que jusqu'à 100°C, le gradient de montée en température doit être très lent : 3°C par heure au maximum (durée environ $75^{\circ}\text{C}/3 = 24$ heures) ; cela correspond à la vaporisation de l'eau qui est dans l'argile.

Selon Jacques Santrot, il y avait sans doute un séchage naturel puis un "séchage forcé" par de premières chauffes à basse température "à blanc" pour sécher à fond puis une pré cuisson de la grille et des parois.



Lors du séchage, la fissuration de l'argile des pièces épaisses que sont les voutains pose toujours problème à l'Association P2MB. Il y a un retrait de 5 à 7%, probablement parce qu'on utilise de l'argile trop humide.

Cuisson du four in situ

-Quantité de combustible

Nous avons été amenés à estimer les énergies thermiques théoriques suivantes :

	Température nécessaire	Matériaux à chauffer Eau à vaporiser	Energie Théorique nécessaire Kcal	Rapport des énergies théoriques	Estimation de la quantité de bois nécessaire (pris avec un rendement arbitraire de 33%)
Cuisson de l'argile Du four et des parois du four	1000°C	900 kg d'argile 30% d'eau dans l'argile	1 013 880	16,7	1,9 stères
Cristallisation du sel dans 100 augets (four froid)	100°C (200 °C à 300°C dans certaines parties du four)	900 kg d'argile 100 litres d'eau de la saumure	350 780	5,8	0,7 stères
Cristallisation du sel dans 100 augets (four chaud)	100°C (200 °C à 300°C dans certaines parties du four)	100 litres d'eau de la saumure	60 800	1	0,12 stères

Cet exercice permet de quantifier les objectifs théoriques :

La cuisson du four en argile cuite exige une très grande quantité d'énergie (entre 1 et 13 stères selon le rendement, c'est-à-dire entre le rapport entre l'énergie théorique nécessaire et l'énergie réelle nécessaire). Le rendement est évidemment un paramètre très sensible. Il n'est pas connu et devra être déterminé par expérience.

Robert Sourice précise que, jadis, lors des chauffes au bois, il fallait 15 stères de bois pour chauffer un four de potier de 20 m³. Il précise que l'objectif est que les flammes viennent lécher l'argile à cuire.

On peut estimer que le four complet des Noës fait 2 m³ ; donc en four fermé, il faudrait pour cuire le four 1,5 stère de bois. En cuisson à l'air libre, on multipliera arbitrairement par 3,14 (pi). Il est donc nécessaire d'approvisionner environ 5 stères de bois. **L'archéologie expérimentale montera ce qu'il en est.**

Cet exercice permet aussi de prouver :

-que l'énergie pour faire la cuisson du four est tellement importante qu'on a évidemment intérêt à faire durer le four, donc à l'utiliser sur plusieurs années

-que l'on avait intérêt à faire de la production continue pour ne pas dépenser de l'énergie à réchauffer le four lui-même

-Type de combustibles

On peut supposer que le combustible principal était du bois. **Cela reste à démontrer.** Nicolas Rouzeau précise que les fagots de bois ont la « préférence de l'histoire » mais que le charbon de bois et même la tourbe étaient possibles... On peut imaginer aussi les algues ou les roseaux séchés.

Mais Jacques Santrot croit qu'il faut éviter cette chauffe "de riches" au bois de chêne, pour privilégier les substituts (brande, genêt, ajonc séchés en fagots, algues séchées, etc.), en fonction de la température à obtenir. Il pense que l'on n'était pas même obligé de faire bouillir la saumure. D'autres textes de références précisent qu'il ne faut pas porter la saumure à ébullition. Il faudra voir ce qui sera le plus efficace dans le cadre de l'archéologie expérimentale.

-Temps de cuisson des pièces en argile

La cuisson du four se faisait, semble-t-il, un ou deux jours de **façon continue**, après un séchage à l'air et à l'abri de plusieurs semaines (à démontrer).

Nous ne connaissons pas la chronologie de la cuisson de l'époque. Nous pouvons nous rapprocher des chronologies appliquées avec les fours modernes (**ce qui n'est probablement pas très représentatif d'une cuisson à l'air libre**). Voir les rapports de fonctionnement des fours traditionnels, dans la France de l'Entre-deux-guerres, mais aussi dans l'Afrique actuelle et au Maghreb.

Poterie de Mme Jocelyne Roppert aux Moutiers (four électrique)

De 100°C à 900°C on peut effectuer un gradient de montée en température de 100°C par heure en moyenne

-cuisson jusqu'à 300°C : 3 heures

-cuisson à 600°C : 3 heures

-cuisson à 900 °C : 3 heures

-enfin cuisson d'une heure à 1050°C soit au total une dizaine d'heures

Poterie professionnelle Robert Sourice au Fuilet (49) (four au gaz)

-gradient de 20°C/heure jusqu'à 350°C (soit 16 heures environ)

-gradient de 120°C par heure entre 350°C et 950°C (soit 5 heures environ)

-2 heures à 1000°C soit au total 23 heures de cuisson

Globalement, on peut effectivement estimer le temps de cuisson suivant :

une journée à feu très doux pour achever le séchage et le début de cuisson (<350°C) puis une journée de cuisson à feu intense jusqu'à 1000°C.

Bien sûr, en site extérieur, à l'air libre, ces gradients de températures sont probablement difficiles à atteindre et à réguler. Il faudra peut-être doubler ou tripler ces temps de cuisson (4 ou 6 jours). L'expérience *in situ* donnera plus d'informations.

Nicolas Rouzeau précise que la chauffe doit être continue et ne doit pas s'arrêter jusqu'à cuisson complète. Jacques Santrot acquiesce et pense même que, par économie, il ne faut pas laisser s'arrêter le four et poursuivre le séchage de nouveaux augets dès que les pains sont obtenus.

-Les aires de combustion

Attention, il ne faut pas confondre l'aire de chauffe, où se conduisait le feu, et l'alancier, couloir conduisant la chaleur et par où l'on poussait les braises sous la grille

Alancier

L'alancier (0,8 m²) est directement au plus près du four, avec une ouverture de 0,1 m² à toucher la grille. Cette ouverture paraît incompréhensible à l'association P2MB tellement elle est petite.

Aire de préparation du feu

Mais il existait aussi aux Noës une aire de 4 m de diamètre (12 à 13 m²) sur creusée par rapport au sol pour probablement préparer le feu et la braise de cuisson du four. C'est sur cette aire qu'était préparé le feu et à partir de cette aire qu'on alimentait le brasier de la fosse. Cette aire à côté du four reste à tester.

-Les méthodes de cuisson du four

Une "pré cuisson" du four est nécessaire, pour s'assurer du complet séchage, brûler les restes organiques de l'argile et pour rigidifier l'ensemble de la structure, la grille en particulier.

On peut émettre deux hypothèses pour cuire le four :

Le four à cuire est noyé sous des braises

C'est sur l'aire de chauffe mais aussi peut être dans un autre feu à côté, qu'on produisait des braises en grandes quantités ; ces braises étaient poussées sous la grille mais peut être aussi versées par-dessus par les alvéoles les plus larges. Peut-être que le four modelé était complètement noyé dans les braises pendant 24 heures ou plus pour assurer sa cuisson.

L'air et les gaz chauds cuisent le four

Sur l'aire de chauffe, le feu des fagots est activé par le vent d'ouest ; les gaz chauds s'engouffrent sous le four pour assurer la cuisson. Selon Nicolas Rouzeau, cette possibilité a la préférence de l'histoire et de l'archéologie expérimentale et de l'ethnographie en ce qui concerne la chauffe des fours de potiers. L'expérience de Robert Sourice (Fület) semble privilégier cette méthode ; les flammes peuvent et même doivent lécher l'argile à cuire : les voûtains, la grille, principalement et à un moindre titre les parois de la fosse. Pour Jacques Santrot, que les flammes lèchent l'argile n'est pas nécessaire mais rien ne s'y oppose.

Le réglage du tirage et de la répartition de chaleur se faisait par la pose de pierres plates sur les cheminées et sur les événements. Il n'est pas impossible, de notre point de vue, que la grille soit recouverte de pierres plates en son centre pour mieux canaliser les fumées vers les extrémités de la grille, mais rien ne permet de justifier cette hypothèse. Jacques Santrot est d'accord pour la première cuisson du four, mais, non pour sa chauffe salicole.

Pour combien de temps était construit un tel four ?

Il est difficile de déterminer si le four a été utilisé durant plusieurs années, comme pourraient le laisser supposer les réparations. En fait, on ne connaît pas bien la durée de vie d'un tel four. La structure est en fait assez simple, et on peut penser aussi qu'il pouvait être plus efficace de construire un four « neuf » pour juste une seule saison de production que d'entretenir un « vieux » four. **Les arguments suivants militent, selon le rapport de fouille, pour cette dernière hypothèse d'une utilisation unique sur une seule saison d'été:**

-le site ne possède pas de stratigraphie véritable (une seule couche du même âge sur toute son étendue)

-la structure du four paraît avoir été faite rapidement pour une durée de vie limitée mais que veut dire une durée de vie limitée un an, deux ans, trois ans...?...

-on ne constate aucune usure sur les voûtains et entretoises mais quelle usure faudrait-il attendre ? Il reste ce "rechapage" constaté, dont on n'a pas encore compris le sens et la justification.

On peut donc penser que le four était construit et cuit au printemps en fin d'hiver, dans une période nécessairement humide pour permettre de contrôler le séchage très lent de la structure, et dans une période de chômage technique de cette activité saisonnière puis abandonné à l'automne après une saison de production de sel durant l'été ; la durée de production devait être largement plus longue que celle des marais salants actuels. Le rechapage dont on ne connaît pas le rôle pourrait laisser penser à des réparations après une première utilisation (une fournée ou une saison de chauffe ?) mais on n'a en fait aucun élément probant à ce sujet.

Par contre, le fait qu'il faille beaucoup d'énergie pour cuire le four milite pour qu'il y ait une utilisation pluriannuelle du four.

Fabrication des augets (cf. annexes 4, 5 et 6)

- Argile pour augets

Nicolas Rouzeau (DRAC PACA) précise que les augets ne doivent pas être réalisés en bri (argile des marais maritime) mais de marne tamisée, **mais cela reste à vérifier.**

Cela supposerait une activité spécialisée sur le lieu de l'extraction de ladite marne, et un charroi depuis ce lieu de fabrication, avec des fours de cuisson, ce qui double l'activité artisanale et les infrastructures et les transports nécessaires.

Nicolas Rouzeau mets effectivement en garde sur le choix de l'argile. Les bri du marais peuvent être trop limoneux, ce qui fait que l'auget fabriqué tombe en poussières à la cuisson. Pour N. Rouzeau, au bri, il faut préférer l'altérite du granit voire du schiste, quitte à la dégraisser largement avec du sable de 2 mm de diamètre voire plus. L'hypothèse tombe car on constate que l'argile des augets est tout sauf dégraissée.

Jacques Santrot reste convaincu de l'utilisation d'une argile d'estran déjà raffinée par la gravitation et les marais: recherche d'économie de moyens, de transports, etc. avec un savoir-faire, des recettes et des tours-de-main que nous ne possédons pas (encore !).

- Epaisseur des parois d'augets ; capacité des augets à être emboîtés

Nicolas Rouzeau précise que leur épaisseur ne doit pas dépasser 2 mm ; c'est ce que donnent les observations sur les augets retrouvés. Il est très difficile, selon AP2MB qui a expérimenté la fabrication d'une cinquantaine d'augets d'obtenir cette épaisseur de 2 à 3 mm, que ce soit avec l'argile locale du marais et même avec l'argile commerciale. **On peut même dire que jusqu'à maintenant P2MB a échoué à atteindre l'épaisseur de 2 à 3 mm.**

D'autre part, on constate que les augets originaux sont emboîtables. Ceci prouve que ces augets étaient fabriqués sur un moule. Il faut admettre que les augets fabriqués par l'association P2MB jusqu'à maintenant avec un simple gabarit de référence ne s'emboîtent pas.

Il est à noter qu'on ne sait plus réaliser des augets aussi peu épais emboîtables. Marie Hélène et Jacques Santrot le disent dans leur livre « Traces humaines des premiers hommes à la menace » (2007) : « On ne sait plus les reproduire aujourd'hui ». Jacques Santrot recommande d'être persévérants. A l'Association de retrouver le secret perdu des sauniers Gaulois des Moutiers, d'en breveter la technique, et d'en valoriser l'usage pour le conditionnement du sel de notre marais.

-Fabrication par pliage et moulage

Selon Michel Tessier, les augets à saumure étaient obtenus par pliage d'une très fine feuille d'argile (cf. annexe 4). Etant donné leur standardisation, ils devaient être confectionnés à partir d'un moule en bois (ou en pierre ou en argile cuite peut-être mais pas de moules conservés) à fond creux (ou en estampage mâle). L'observation des parois n'a pas permis de déceler de traces déterminantes d'une technique ou d'une autre. Il faudrait accumuler les observations...

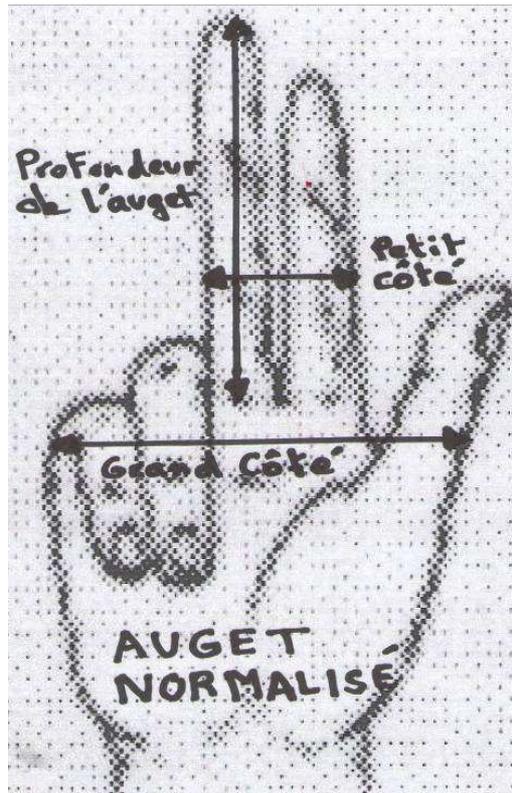
Le **moulage en creux** présente l'avantage de permettre le décollage de l'auget du moule au séchage (étant donné le retrait de 5 à 7 % au séchage). Selon Jacques Santrot, le bois, comme la terre cuite ou le plâtre, favorise effectivement la dessiccation, donc le démoulage, ce qui n'est pas le cas de la pierre. Il faut une matière poreuse puisque l'on ne lit pas les traces d'un agent de démoulage (comme le sable pour les tuiles et briques, par exemple).

Le moule en bois peut être à fond creux pour faciliter le démoulage. C'est ce que suggèrent les augets observés et ce qui favoriserait la standardisation de la forme, du gabarit et du poids final du pain de sel.

Le **moulage mâle** exigeait que le démoulage ait lieu tout de suite avant le séchage qui par retrait bloquerait l'auget sur le moule. Donc dans ce cas, il faut un démoulage immédiat après fabrication.

-Dimensions des augets de fours à grille

Michel Tessier explique dans son dossier « Les Briquetages » de 1980 (cf. annexe 6), qu'il existait plusieurs catégories d'augets fins (2,5 mm d'épaisseur); les augets des Noës appartiennent à la catégorie la plus achevée et la plus perfectionnée des augets fins profonds qui semble avoir fait l'objet d'une standardisation sur toute la côte sud de l'Armorique, de la Baie d'Audierne à la Baie de Bourgneuf. Cela reste à démontrer statistiquement. Les augets des Noës appartiennent au stade terminal « achevé » des augets profonds.



Dimensions des augets profonds normalisés (selon Michel Tessier 1980)

Selon Michel Tessier(1980), on peut penser que l'auget standardisé correspondait à des mesures normalisées, en effet le grand côté correspond à la largeur de la main, le petit côté correspond à la largeur « index plus majeur » et sa hauteur à la longueur du majeur.

En fait l'auget profond standardisé (type Noës) a une géométrie optimale d'un point de vue thermique. Les pains de sel réalisés sont des troncs de pyramide à base rectangulaire **compacts** ce qui était le volume le plus favorable pour limiter les effets hydrophiles du sel (géométrie meilleure que celle des augets longs et bas qui devaient faire des barres plus fragiles et moins favorables d'un point de vue hydrophile). En fait les Gaulois avaient peu à peu optimisé géométriquement, thermiquement et commercialement leurs augets ; c'est peut-être pour cette raison, que l'auget profond est devenu le standard sur toute la côte sud d'Armorique (à vérifier).

-le séchage des augets après fabrication

L'expérience de l'Association P2MB met en évidence que le séchage des augets fins n'est pas réellement un problème, car les parois sont fines. Le problème du retrait est négligeable du fait de la finesse des parois et de la souplesse du corps creux.

-cuisson des augets

La cuisson des augets se faisait probablement à part dans un four à céramique (ce qui doublerait l'activité et donc le coût). Pour Jacques Santrot, ce n'est donc pas sûr et sans doute pas absolument nécessaire. La cuisson des augets pouvait aussi se faire, selon Jacques Santrot, sur la grille même du four :

séchage (lentement toujours, d'abord à l'ombre, à proximité du four, puis au soleil et au vent direct et puis à chaud, entre les augets, sur les entretoises et entre les augets en cours de cristallisation ... puis cuisson.

Jacques Santrot précise que, compte-tenu de la qualité de l'argile, l'auget doit rester poreux et ne pas se déliter lors de l'apport de la saumure riche en sel, donc assez poisseuse. Cette porosité de l'auget est nécessaire pour assurer la vaporisation de l'eau de l'auget.

Nicolas Rouzeau précise que les augets, une fois bien secs, devaient être cuits en cuisson oxydante avec des aiguilles de pin ou de joncs bien secs). Jacques Santrot se demande si les aiguilles de pins ne provoquent pas beaucoup de fumées réductrices. La couleur de la grille du four montre que sa cuisson est clairement oxydante en particulier parce qu'il y a une ventilation constante. Cela suggère que l'on utilisait du combustible bien sec pour conduire le feu, et ne pousser sous la grille que la chaleur et les braises sans fumées.

L'Association P2MB a fait cuire en 2011 en différentes étapes une quinzaine des augets réalisés à partir d'argile prélevée dans la zone du marais des Moutiers:

-dans le marais salant sur la Tenue de Mareil (tas d'argile de la nouvelle plateforme du Conseil Général, argile du passage effectué près de la parcelle AR101)

-sur l'estran (très petit échantillon d'argile qui affleure)

-dans le marais de M. Gouy à 3 mètres de profondeur

Dans tous les cas, la cuisson donnait un auget solide rouge, de la couleur du four original restauré. Il n'y a pratiquement jamais eu de disparition de la matière argileuse en poussières à la cuisson. Les augets ne sont pas très beaux, comme les originaux gaulois mais ils sont solides. En général, il n'y a pas trop de problème sur le choix de l'argile locale, sauf qu'elle n'est pas très propre, pas très homogène et probablement insuffisamment travaillée.



Augets réalisés par l'Association P2MB, fin 2012, à partir d'échantillon d'argile affleurant l'estran (cuisson au four électrique)



Pièces réalisées avec de l'argile prélevée à 3 mètres de profondeur dans le marais (cuisson au four à gaz).Cet argile noire, considérée comme bonne par Robert Sourice du Fuilet, donne après cuisson des pièces légères

Par son expérience de l'argile de l'estran, l'Association P2MB n'a pas eu de problème avec l'argile salée. Par contre ce sont peut être la propreté de l'argile (en matières organiques, principalement végétale, micro-algues, diatomées, etc.) et aussi son homogénéité qui peut poser problème pour la qualité des augets.

La fonction des alvéoles latérales plus larges sur les 2 bords longitudinaux du four des Noës : des événements de chauffe ?

Les alvéoles extérieures ou latérales dans le sens de la longueur sont plus larges sans que l'on sache pourquoi : 13,5 cm de largeur au lieu de 6 à 10 cm pour les largeurs des autres alvéoles. Pour Nicolas Rouzeau, ces alvéoles sont des événements indispensables à la chauffe. Nous prenons bien sûr à notre compte cette fonction, sous bénéfice de vérification dans nos propres expérimentations, en effet Nicolas Rouzeau est le spécialiste français des fours à sel et il a reconstitué deux fois ce type de four.

Pour notre part, dans l'ignorance, nous avons émis d'autres hypothèses sur le rôle de ces alvéoles plus larges, chacune devant être mise à l'épreuve de l'archéologie expérimentale :

- **zone de cuisson pour des augets plus grands** (dont on n'a pas conservé d'exemples), où serait effectuée une concentration de la saumure sans aller jusqu'à la cristallisation, fonction réservée aux petits augets placés au centre de la grille. Cette hypothèse aurait la préférence de Jacques Santrot car elle serait économe de moyens et d'énergie pour une exploitation continue du four à basse température

-alvéoles plus larges pour introduire plus facilement des braises sous la grille lors de la phase de cuisson du four. Jacques Santrot n'en croit rien ; cela reste à démontrer.

Le nombre d'augets sur la grille à chaque chauffe

Jacques Santrot n'exclut pas non plus qu'il y ait eu 2 types d'augets, l'un faisant le double du petit bloc standard de 20 cl. Il pouvait peut être aussi y avoir 2 augets standards par alvéoles plus larges.

Selon les hypothèses, on peut estimer le nombre d'augets sur la grille comme suit :

Hypothèse de fonctionnement	Les grandes alvéoles sont des événements	Les grandes alvéoles servent aussi au chauffage de la saumure	Les grandes alvéoles servent aussi au chauffage de la saumure
Utilisation ou non de grands augets ?	non	non	oui
Nombre de petites alvéoles (6x10)	60	60	60
Nombre de grandes alvéoles (2x10)	20	20	20
Nombre de petits augets	60	60	60
Nombre de grands augets (existence non avérée)	néant	40 (2 par grande alvéole)	20
Total approximatif du nombre d'augets	60 petits augets	100 petits augets	60 petits augets et 20 grands augets

On peut donc considérer que la grille du four S10 permettait de chauffer en une seule chauffe l'équivalent de 100 petits augets standardisés simultanément de 60 petits augets et de 20 grands augets (l'existence de grands augets n'est pas avérée) de 60 petits augets seulement si les grandes alvéoles sont des événements.

La préparation de la saumure

On ne mettait pas de l'eau de mer directement dans les augets ; ceux-ci étaient remplis avec de la saumure déjà concentrée en sel (200 à 300 grammes par litre alors que l'eau de mer est à 33 grammes par litre) ; la saumure chauffée devait atteindre une teneur en sel aussi proche que possible de la saturation (315 g/litre entre 0 et 20°C ; 320 g/litre entre 30 et 50°C). Elle était fabriquée dans des fosses par diverses méthodes selon les hypothèses actuellement proposées :

- **par évaporation solaire d'eau de mer** dans des mares naturelles laissées par la mer (**bien rares à dire vrai !**) ou dans des fosses ou récipients réalisés spécialement. Jacques Santrot écarte l'hypothèse, car si cela marchait si bien, pourquoi les Gaulois n'auraient-ils pas poussé l'idée et évolué d'eux-mêmes et bien plus tôt vers la technique du marais salants ?

- **par collecte de plantes salées** : algues ou plantes halophytes ; ces plantes pouvaient aussi être séchées puis être brûlées pour récupérer le sel dans les cendres (cf. panorama des Moutiers). Jacques Santrot pense plutôt à un lessivage des algues séchées dans de l'eau de mer de mares ou cuves aménagées pour parvenir à une saumure concentrée, puis au séchage de l'algue pour en faire un combustible. La combustion des algues aurait mêlé de la soude caustique au chlorure de sodium, ce qui n'est pas très satisfaisant!

Par contre, la combustion des algues dans le foyer pouvait produire cette soude dans les cendres, qui pouvait être revendue comme sous-produit aux tisserands et aux foulons, pour laver les laines et fibres, laver les draps, fixer les couleurs (en l'associant à de l'urine !). On pouvait aussi faire brûler de la fougère séchée.

- **par collecte de sablons** (sables salés de surface de l'estran, durcis par la cristallisation du sel et enrichis par migration en surface du sel au cours de l'évaporation de son eau sous l'action du vent et du soleil.

-
Le sel des algues ou du sable pouvait être récupéré par lessivage en plongeant ces matériaux dans les fosses à saumure et en retirant ensuite le sable ou les cendres (cf. panorama sur les fours à sel des Moutiers). C'est possible selon Jacques Santrot mais compliqué pour curer les fosses après décantation du sable, et rapatrier le sable sur l'estran. L'enrichissement de la saumure devait se faire au plus près de l'estran, avec passage de la saumure de fosse en fosse au fur et à mesure de la concentration en sel, sans doute par gravitation, avec vannes à la sortie de chaque fosse et canal tapissé d'argile pour mener la saumure d'une fosse à l'autre jusqu'au chargement en outre, amphore ou tonneau pour transport sur le lieu du four, sur le coteau.

- par versement de saumure sur des matériaux salés

On pouvait aussi concentrer la saumure en versant la saumure à concentrer sur ces matériaux salés (sablon, algues, cendres d'algues...) placés dans des paniers au-dessus des fosses. Selon Jacques Santrot, c'est effectivement un moyen de filtrer : on obtient des algues plus salées ou on concentre le sel sur du foin avant de lessiver ces algues et ce foin dans les fosses à saumure.

La séparation des sels de magnésium : Un article (à trouver) de Nicolas Rouzeau explique comment préparer la saumure ! Selon Nicolas Rouzeau, il faut absolument séparer les sels lors de la lixiviation, sinon, le magnésium empêchera la formation du pain de sel. Faut-il brasser le contenu des augets ? Nicolas Rouzeau a essayé avec Pierre Gouletquer, mais dans une configuration telle que l'exercice n'a pas de valeur. Ces points n'ont pas été examinés par l'Association P2MB qui rappelle que le marais salant permet cette cristallisation fractionnée.

La méthode de chauffage des augets sur le four des Noës jusqu'à cristallisation du sel

La cristallisation du sel était réalisée par une **cuisson régulière et lente, sans ébullition, de la saumure déjà bien concentrée en sel**. Selon Nicolas Rouzeau, le principe de chauffe est de conduire l'air et les gaz chauds le long des parois des augets. Donc un léger passage (3 mm) pour les gaz brûlants le long des parois des augets est souhaitable. Ceci est d'ailleurs inévitable, selon Jacques Santrot, vu la relative "grossièreté" d'exécution de la grille et, surtout, du rechapage.

Théoriquement, il ne faut que 5 remplissages de saumure pour assurer la cristallisation du sel remplissant l'auget. De fait, comme le sel cristallisé prend de plus en plus de place dans l'auget à mesure qu'on cristallise, il est nécessaire de faire au moins une dizaine d'appoints. En effet avec un remplissage et 4 appoints, on n'obtient que 118 grammes de sel (pour 200 g que peut contenir l'auget). Ce point sera à vérifier expérimentalement.

Une expérimentation réalisée en 1984 par N. Rouzeau a permis d'obtenir des pains de sel au terme de **dix heures de chauffe** (à préciser)

Nicolas Rouzeau : Après la cuisson jusqu'à cristallisation : "le mieux est de ne rien faire" ... Attendre patiemment devant des huîtres (comme le faisaient les gaulois de manière avérée), que le sel se détache des augets, ce qui est possible lors du refroidissement de deux matières différentes.

PRODUCTION DU FOUR DES NOËS/COMMERCIALISATION DU SEL

La production de sel par auget et par chauffe

Un auget standard des Noës a un volume de 20 cl soit 1/5 ème de litre (200 cm³). Une telle contenance correspond à un poids de sel de 200 grammes (densité apparente voisine de 1). Pour produire ces 200 grammes de sel cristallisé, il faut 1 litre de saumure à 200g/litre.

Une chauffe de 100 augets produisait donc 20 kg de sel avec 100 litres de saumure à 200 g/litre.

La quantité de « briquetages » trouvés sur le site

Estimation du rapport de fouilles

Sur le site des Noës, d'après le rapport de fouille, on a retrouvé les fragments équivalents à 2 000 à 3 000 augets. Le musée Dobrée conserve d'ailleurs une tranche de ces briquetages trouvé dans le fossé comblé du site.

Ces quantités d'augets sont estimées par le volume des tessons et le nombre moyen des fragments d'augets brisés contenu dans ce volume. En d'autres termes, cette estimation a donc été faite en dosant la quantité de fragments dans un m³ de sol et en extrapolant aux surfaces et volumes de sols concernés.

Le rapport de fouille en déduit qu'il y avait 2 ou 3 fours sur le site , en considérant, semble-t-il, que chaque auget trouvé correspondait à un auget cassé perdu pour récupérer un pain de sel et qu'on ne pouvait pas faire plus de 10 chauffes par saison...(2 fours x 100 augets x10 chauffes par an ou 3 fours x 100 augets x 10 chauffes)

Les questions que pose cette estimation du rapport de fouilles

Jacques Santrot considère la méthode du rapport de fouille très aléatoire et bien incertaine, mais on peut considérer que c'est une estimation basse. On peut cependant se poser les questions suivantes :

A quoi correspondent ces débris d'augets ?

-aux ratés de cuisson des augets

-au rejet de l'emballage perdu pour gagner en poids et ne faire voyager que le pain de sel seul

-au rejet d'emballage pour le seul sel d'utilisation locale

En fait on ne sait pas.

On ne sait pas non plus si certains augets n'étaient pas réutilisés plusieurs fois, le pain de sel ayant été démoulé sans briser l'auget. **L'expérience P2MB sur un auget montre que le pain de sel peut se démouler sans briser l'auget après un certain temps. Cela reste à confirmer.**

D'autre part, on sait que le sel pouvait être transporté dans leur auget mais on ne sait pas quelle part de la production. On peut imaginer aussi que les augets trouvés ne sont que des ratés et que l'ensemble de la production était commercialisé avec leurs augets. Une telle hypothèse dimensionnerait la production maximale.

Nous ne retiendrons pas par la suite pour dimensionner la production du four la méthode utilisée par le rapport de fouilles pour les raisons suivantes :

En fait on ne sait ce que sont ces débris d'augets et ce qu'ils représentent

L'estimation de production ainsi obtenue est si faible qu'elle apparaît irréaliste au vu de l'investissement.

La production de sel par chauffage aux Noës

HYPOTHESE BASSE (celle du dossier de fouille) : basée sur les augets cassés et l'hypothèse qu' on cassait les augets de 100% de la production de sel

Hypothèse basse (dossier de fouille)	1 four	2 fours	3 fours
Nombre d'augets fabriqués au cours de la vie du site (hypothèse du dossier de fouille)	2000 à 3000	2000 à 3000	2000 à 3000
Nombre de chauffes par saison sur le site	10	20	30
Nombre d'augets fabriqués par saison (100 augets par chauffe et par saison)	1000	2000	3000
Nombre de saisons	2 à 3	1 à 1,5	<u>0,7 à 1</u>
Production par auget et par chauffe	200g/auget	200g/auget	200g/auget
Production par saison (par an)	200 kg	400 kg	600 kg

C'est à partir de ce type de calcul que le dossier de fouille conclut aussi que le site de fours n'était prévu pour durer que le temps d'une saison et que l'année suivante, il suffisait de refaire un nouveau four. Pour préciser que le four ne faisait qu'une saison, le rapport de fouille s'appuie aussi sur le fait que la construction du four paraît rapide et que le four ne présente aucun signe d'usure.

Nous ne retenons pas cette hypothèse basse car elle comporte trop d'incertitude.

HYPOTHESE MAXIMALE (basée sur la capacité de produire et non sur les augets qui sont considérés comme des rebuts)

Les hypothèses sont les suivantes :

-tous les augets fabriqués étaient commercialisés dans leurs augets ; les augets récupérés sont des rebuts

-on suppose qu'une chauffe fait 10 heures ; elle est effectuée de jour ; la nuit on maintient le four en bouillotte

-durée de vie des fours : 10 ans (après 10 ans, on considère qu'il y aurait des usures visibles ce qu'on n'a pas constaté)

-on paramètre le nombre de jours de chauffe par saison (de 20 à 120 jours)

Durée de saison	<u>20 jours</u>	<u>40 jours</u>	60 jours 2 mois continu	80 jours	100 jours	120 jours 4 mois continu
Volume de saumure pour 1 four (100l /chauffe ou par jour)	<u>2000 litres*</u>	<u>4000 litres</u>	6000 litres	8000 litres	10000 litres	12000 litres
Volume de saumure pour 2 fours	<u>4000 litres</u>	<u>8000 litres</u>	12000 litres	16000 litres	20000 litres	24000 litres
Volume de saumure pour 3 fours	<u>6000 litres</u>	<u>12000 litres</u>	18000 litres	24000 litres	30000 litres	36000 litres
Production continue de sel avec 1 four	<u>400 kg**</u>	<u>800 kg</u>	1200 kg	1600 kg	2000 kg	2400 kg
Production continue de sel avec 2 fours	<u>800 kg</u>	<u>1600 kg</u>	2400 kg	3200 kg	4000 kg	4800 kg
Production continue de sel avec 3 fours	<u>1200 kg</u>	<u>2600 kg</u>	3600 kg	4800 kg	6000 kg	7200 kg

*20 chauffes x 100 litres/chauffe

**20 chauffes x 20 kg/chauffe

Ces estimations théoriques fournissent des tonnages de production de sel par an beaucoup plus importantes avec des estimations de volume de saumure à fabriquer qui paraissent parfois énormes.

Nous ne pourrions conclure qu'en faisant une étude sur les possibilités de fabriquer la saumure.

En l'absence d'autres éléments, on retiendra les productions annuelles potentielles suivantes :

	20 jours de chauffe	40 jours de chauffe
Type de fonctionnement	Chauffe quasi continue (en bouillote la nuit=arrêt à chaud)	Chauffe quasi continue (en bouillote la nuit=arrêt à chaud)
Nombre de chauffes	20	40
Production à 1 four	20 chauffes x20 kg = 400 kg	40 chauffes x 20 kg=800 kg
Production à 2 fours	800 kg	1600 kg
Production à 3 fours	1200 kg	2400 kg

En conclusion, on peut estimer avec les éléments à notre disposition qu'un four à grilles de 100 augets pouvait produire entre 0,5 et 1 tonne de sel par an ou par saison, ce qui exigeait 2 à 4 m³ de saumure à 200 g/litre.

S'il y avait 2 ou 3 fours sur le site, on pouvait produire jusqu'à environ 2,5 tonnes de sel par an (ce qui exigeait jusqu'à 12 m³ de saumure).

La quantité de sel produite apparaît être bien supérieure aux besoins d'une famille ou même d'un petit village. Il y avait le long de nos côtes du Pays de Retz de nombreux fours à grille. La production de sel était donc "quasi industrielle" destinée à répondre aux besoins locaux mais aussi de l'ensemble de l'arrière pays : les mines de sel gemme ou les fontaines salées, comme en Lorraine ou à Salies-de-Béarn, sont rares dans nos régions. Dès le Néolithique (à Guérande Sandun, par exemple), le sel a été l'or blanc de l'Ouest atlantique et l'est resté jusqu'au XIX^e s. De fait, le site des Noës était un véritable site artisanal quasi industriel générant une activité commerciale importante.

La commercialisation du sel

Le calibrage des augets et la construction des fours où ils sont disposés représentent une somme de travail disproportionnée à un objectif qui se serait limité à l'élaboration du simple condiment à l'échelle familiale. Très probablement, le sel servait à faire des salaisons, seule façon à l'époque de conserver les poissons et la viande.

La vente ou le troc des pains de sel étaient un élément économique important à l'époque. Les blocs de sel pouvaient être commercialisés « nus », les augets étant cassés pour les récupérer (à démontrer). Ce sont ces amoncellements d'augets brisés (appelés « briquetages ») qui sont les signes de la présence de ces fours à sel.

La présence de fragments d'augets sur des sites éloignés du littoral, donc des sites de production, montre que dans certains cas au moins, le sel voyageait dans son emballage perdu. La découverte par le Dr Gruet de fragments d'augets sur un site gaulois près d'Angers suggère par exemple que ces petits vases servaient aussi d'emballage pour le transport de cette marchandise précieuse qu'était le sel (Michel Tessier 1980)

La taille faible des augets standards, d'une contenance d'environ 20 cl (200g de sel environ) semble difficile à expliquer : l'on aurait imaginé des unités bien plus grosses pour la confection des pains de sel, comme c'était le cas des modernes pains de sucre ou au regard des plaques et plots de sel que transportent et commercialisent encore les Touaregs. Mais peut-être était-ce, à l'époque, le standard le plus adapté pour la fabrication thermique du sel mais aussi pour son négoce. Cette petite taille des blocs de sel est peut-être tout simplement la preuve de la grande valeur de cette denrée à l'époque ou de l'adaptation de cette "monnaie" à la valeur moyenne des échanges les plus courants, ce qui indiquerait alors un usage dans les conditions ordinaires de la vie quotidienne plutôt qu'un usage adapté aux besoins de la salaison "industrielle" destinée à l'exportation.... Les dimensions standardisées correspondaient vraisemblablement à des unités de valeur ou d'échange, adaptées au marché.

Références

Dossier de fouilles de C.Chalm sous contrôle scientifique du Service Régional de l'Archéologie (SRA) des Pays de Loire (consulté à la DRAC – Nantes, référencé Moutiers 0007 Dossier scientifiques 007 AM)

Rapport de fouille SU N°92 106 de Christian CHALM : structures fossoyées et briquetages protohistoriques (site salicole de l'âge de fer) (fouille de 1992)

Rapport de sauvegarde urgente de 1994 par Christophe Devals

« Les Briquetages ; industrie préhistorique du sel » de Michel Tessier (dossier du Groupe Vendéen d'études préhistoriques)

L'article « Le docteur Tessier nous parle des Moutiers » (mars 1992) (maison de l'histoire de la Société des Historiens du Pays de Retz La Bernerie)

Le dossier de Michel Tessier (2004) « Les origines de l'exploitation du sel en Loire atlantique ; pays de Retz et Pays de Guérande »

Livre « Traces humaines des premiers hommes à la menace viking » de Marie-Hélène Santrot, Jacques Santrot et Michel Politzer, Somogy éditions d'art Paris 2007 et Conseil Général de Loire Atlantique (musée départemental Dobrée, Nantes 2007)

Livre « Rivage oublié » de Jean Mounès (Editions du Pays de Retz Paimboeuf 1960)

Emission TV d'ARTE de fin janvier 2012

Plan relevé en 2011 par l'Association Patrimoine des Moutiers sur l'original restauré dans les réserves du Musée Dobrée en présence de M. Jacques Santrot, ancien Directeur du Musée Dobrée

Clichés du laboratoire de restauration Arc'antique

Photos prises au Musée Archéologique départemental du musée Dobrée (présentation des fours à sel)

Contacts et correspondance avec Jacques Santrot, Yann Le Jeune et Nicolas Rouzeau (3 mai et 13 août 2011) que nous remercions

Les mystères de l'archéologie : les sciences à la recherche du passé (musée Dobrée Nantes)

Préhistoire de la Bretagne ; Pierre-Roland Giot, Jean L'Helgouac'h, Jean-Laurent Monnier (Ouest-France université)

CONTEXTE HISTORIQUE

La période de la Tène

Le site du four à sel des Noës aux Moutiers est daté de la fin de l'âge du Fer (ou second âge du Fer ou Tène finale 3), c'est-à-dire à la fin de l'apogée de la civilisation celte.

La Tène ou Second âge du Fer est une période succédant au Hallstatt (premier âge du Fer - 1300 à - 460) ; elle marque la fin de la Protohistoire : 450-56 avant J.-C. Elle tire son nom d'un site archéologique découvert en 1857 à Marin-Epagnier, sur la pointe nord-est du lac de Neuchâtel, à l'embouchure de la Thielle, dans le canton de Neuchâtel en Suisse.

On peut classer la période de la Tène ainsi :

460 av JC - 400 av JC : La Tène A ou La Tène I précoce

400 av JC - 320 av JC : La Tène B1 ou La Tène I moyenne

320 av JC - 260 av JC : La Tène B2 ou La Tène I tardive

260 av JC - 150 av JC : La Tène C ou La Tène II

150 av JC - 30 av JC : La Tène D ou La Tène III (période du four à sel des Noës)

La présence de fragments d'amphores Dressel 1A sur le site du four des Noës permet de préciser **la datation du four des Noës entre -120 à -60 avant J.-C. ; la structure s'apparente donc à la Tène finale (Tène III).**

Typologie des amphores romaines par Heinrich Dressel (1899)

Dressel 1 : amphore romaine à vin, 129 av. J.C. à 13 après J.C.

Dressel 2 : amphore romaine à vin, 16 av. J.C. à 29 après J.C.

Dressel 3 : amphore romaine à vin, 28 à 146 après J.C.

Dressel 4 : amphore romaine à vin, 4 av. J.C. à 24 après J.C.

Dressel 5 : amphore romaine à vin, 12 av. J.C. holotype

Dressel 6 : amphore romaine à vin, 36 après J.C. holotype

Dressel 7, 8, 9, 10, 11: amphores à *garum* (sauce de poisson) de la Bétique (Péninsule ibérique, Espagne).

Dressel 8 : 1er siècle av.J.C.

Dressel 12 : amphore à *garum* de la Bétique (Andalousie)

Dressel 13, 14, 15 : amphores à *garum* de la Bétique

Dressel 20 : amphore à huile, de la Bétique, II^e et III^e siècles après J.-C.

Dressel 26, 27 : III^e siècle après J.-C. et suivants

Amphore = vase de transport à deux anses



Le contexte historique du four des Noës

Le four des Noës aux Moutiers a donc été construit juste avant l'arrivée des Romains (de - 56 à - 52). Ce sont donc les ancêtres celtes du Pays de Retz actuel qui ont construit de tels fours ou encore nos ancêtres Gaulois. Notre côte du Pays de Retz actuel était peuplée probablement par la tribu celtique des Ambilâtres, sans doute vassale des Namnètes. Ce territoire qui dépendait des Namnètes, d'après la diffusion des monnaies, aurait été spolié aux Namnètes et donné aux Pictons, soit par Jules César lui-même, soit par Auguste lorsqu'il organise administrativement la Gaule, vers 27-23 av. J.-C., pour punir les Namnètes de leur coalition avec les Vénètes (Vannes), tandis que les Pictons ont soutenu César lors de la Conquête (campagne de César en 56 avant J.C.). Rezé (Ratiatum) est créé alors par les Pictons.

La civilisation celtique a été à sa **pleine extension** de - 450 à - 200, ce qui se perçoit au travers des invasions celtiques jusqu'à Rome en Italie (- 386) et Delphes en Grèce (- 279)

C'est de cette période de migration des IV^e et III^e siècles avant J.-C. que datent les objets les plus typiques de l'art celtique : casques d'or ou épées ornées de dragons affrontés et de motifs curvilignes enchevêtrés, bracelets et torques de bronze ou d'or à la plastique exubérante si particulière.



De tout temps, la Gaule a été le théâtre permanent de migrations. C'est la migration pacifique des Helvètes (de Suisse) vers la Saintonge qui a provoqué l'intervention de César et la Conquête de la Gaule (d'après César lui-même). Et notre territoire fait toujours l'objet de migrations... Aux II^{ème} et I^{er} siècles avant J.-C, la civilisation celte est soumise à la pression des Romains au sud et des Germains au nord. La Gaule celte est vaincue en – 52, lorsque Vercingétorix se rend à César au siège d'Alésia.

Les Gaulois sont donc à la fin de l'apogée de leur civilisation celte quand ils construisent le four des Noës aux Moutiers. On peut dire que le four des Noës est le « summum » de ce que savaient faire les Gaulois avant l'arrivée des Romains pour la production de sel. **C'est au moins le terme de l'évolution technologique du processus d'extraction du sel marin par la technique d'évaporation par chauffage.**

Nous sommes encore dans la protohistoire car ce sont les Grecs et les Romains qui écrivent sur les celtes à cette époque et non les celtes eux-mêmes ; l'histoire proprement dite commence avec l'arrivée des Romains, quand Jules César raconte sa guerre des Gaules. C'est César qui nomme les celtes de Gaule « Gaulois ».

Quelques repères de Chronologie

Il y a quelques centaines de milliers d'années, de premiers hommes fréquentent nos côtes (cf. *Préhistoire de la Bretagne* de Pierre-Roland Giot...)

80 000 à 40 000 avant J.-C. des hommes (chasseurs, cueilleurs) habitent déjà aux Moutiers (paléolithique moyen ; la côte se trouve alors 60 à 80 km plus à l'ouest...

26 500 - 19 000/20 000 avant J.-C. : dernière glaciation ; le niveau de la mer est plus bas de 120 m ; on accède à pied à l'île d'Yeu

- 18 000 à - 6000 avant J.-C. : montée du niveau de la mer de 120 m (jusqu'à son niveau actuel en gros !)

Vers - 5500 : sur nos côtes atlantiques, l'homme s'est sédentarisé (agriculture, élevage) (période du Néolithique : - 5300 à - 3000 avant J.-C.)

L'extraction du sel marin commence sans doute au Néolithique (mais traces ténues), se développe dès l'âge du Bronze et s'épanouit à l'âge du Fer où les besoins se développent : croissance démographique, échanges avec le monde méditerranéen, etc.

5000 - 4000 avant J.-C. : début des dépôts de bri sur nos côtes du golfe de Machecoul

Environ 4000 ans avant J.-C. : époque des menhirs qui marquent le paysage mais dont on ne connaît pas toujours le sens

A la fin de la première moitié du IV^{ème} millénaire avant notre ère (environ 3500 avant J.-C.): construction des dolmens (grandes sépultures collectives) : Les Mousseaux (Pornic), La Josselière (Pornic), Prédair (La Fontaine aux Bretons)

2300 – 750 avant J.-C. : Chalcolithique et âge du Bronze ; apparition des premiers métaux, or local et cuivre arsénié (importations du Portugal).

750 - 450 avant J.-C. : premier âge du Fer dit Hallstatt (village d'Autriche où une grande mine de sel est ouverte en - 600 ; Hal=sel en celte) : premier âge du Fer sur nos côtes atlantiques

750 avant J.-C. : nombreux fours à sel sur nos côtes atlantiques et aux Moutiers (fours à piliers) ; le site des Courtes aux Moutiers est habité.

500-400 avant J.-C. : les celtes atteignent la côte atlantique, venant d'Europe centrale (migrations progressives par petites vagues)

450-56 avant J.-C. : second âge du Fer (dit Tène , village de Suisse sur le lac de Neuchâtel)

La civilisation celte est à son apogée de -450 à -200 avant JC (prise de Rome par les Celtes en - 386 et de Delphes en - 279)

- 386 : 30 000 Celtes menés par Brennus rançonnent Rome ; c'est l'épisode des oies du Capitole suivi du célèbre « *Vae victis* » lancé par Brennus aux vaincus

- 216 : incursion d'Hannibal en Gaule cisalpine (c'est-à-dire la plaine du Pô)

- 191 : la Gaule cisalpine tombe sous la dépendance de la République romaine

146 avant J.-C. : Carthage est prise par les Romains

125 avant J.-C. : conquête de la Narbonnaise par les Romains

120-60 avant J.-C. : datation du four à grille des Noës aux Moutiers

- 102 : Marius bat les Teutons à Aix en Provence

- 92 : l'Euphrate devient frontière de l'empire romain

- 73 à -72 : Spartacus, esclave et gladiateur thrace, dirige la Troisième Guerre servile en Italie du Sud

- 88 : Sylla prend Athènes

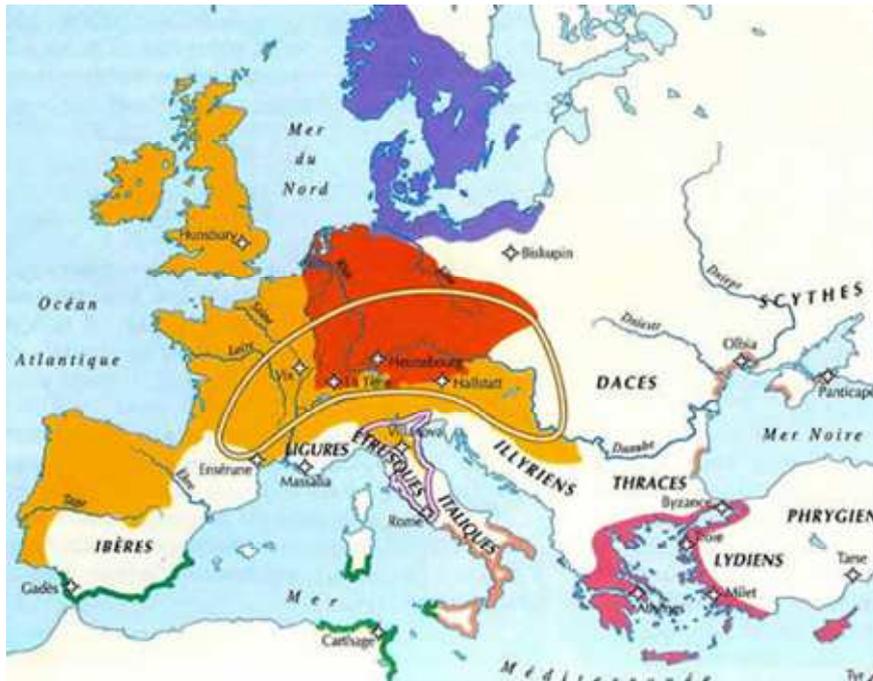
- 82 : César s'empare de Tanger

61 avant JC : C'est la migration pacifique des Hélvètes (de Suisse) vers la Saintonge qui a provoqué l'intervention de César (en -58) et la Conquête de la Gaule.

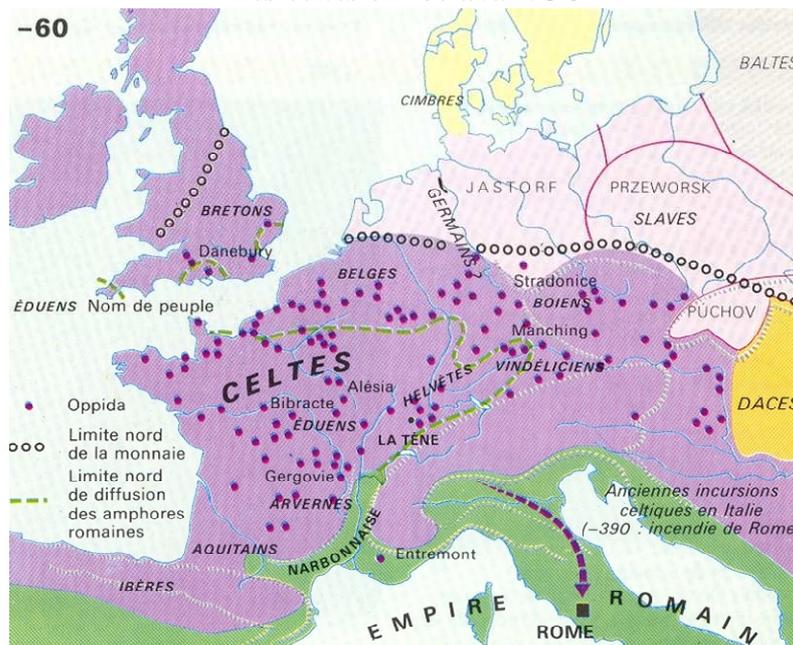
58 avant J.-C. : début de la guerre des Gaules

52 avant J.-C. : défaite de Vercingétorix à Alésia ; en -51 la Gaule est romaine

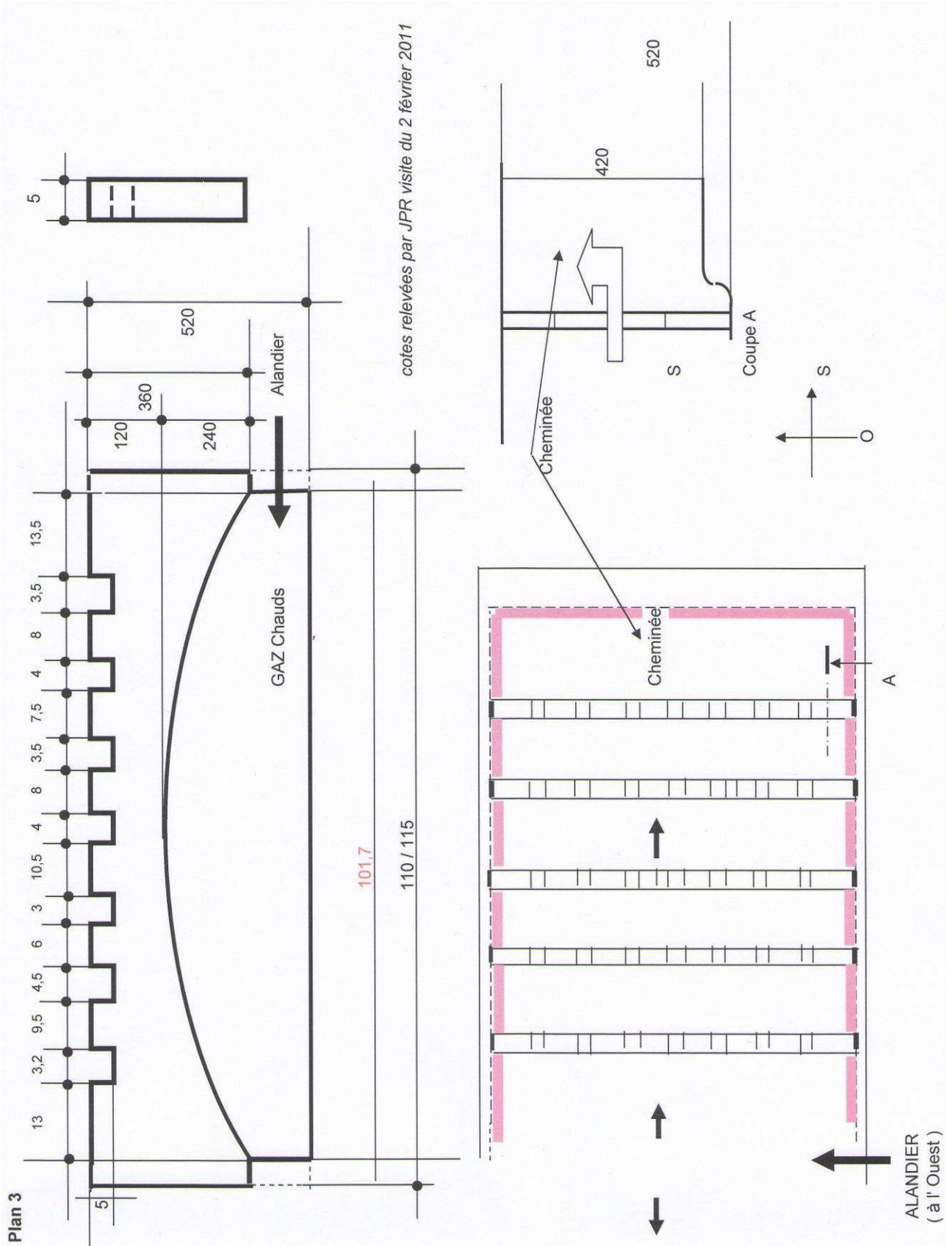
Les celtes en -450 avant JC



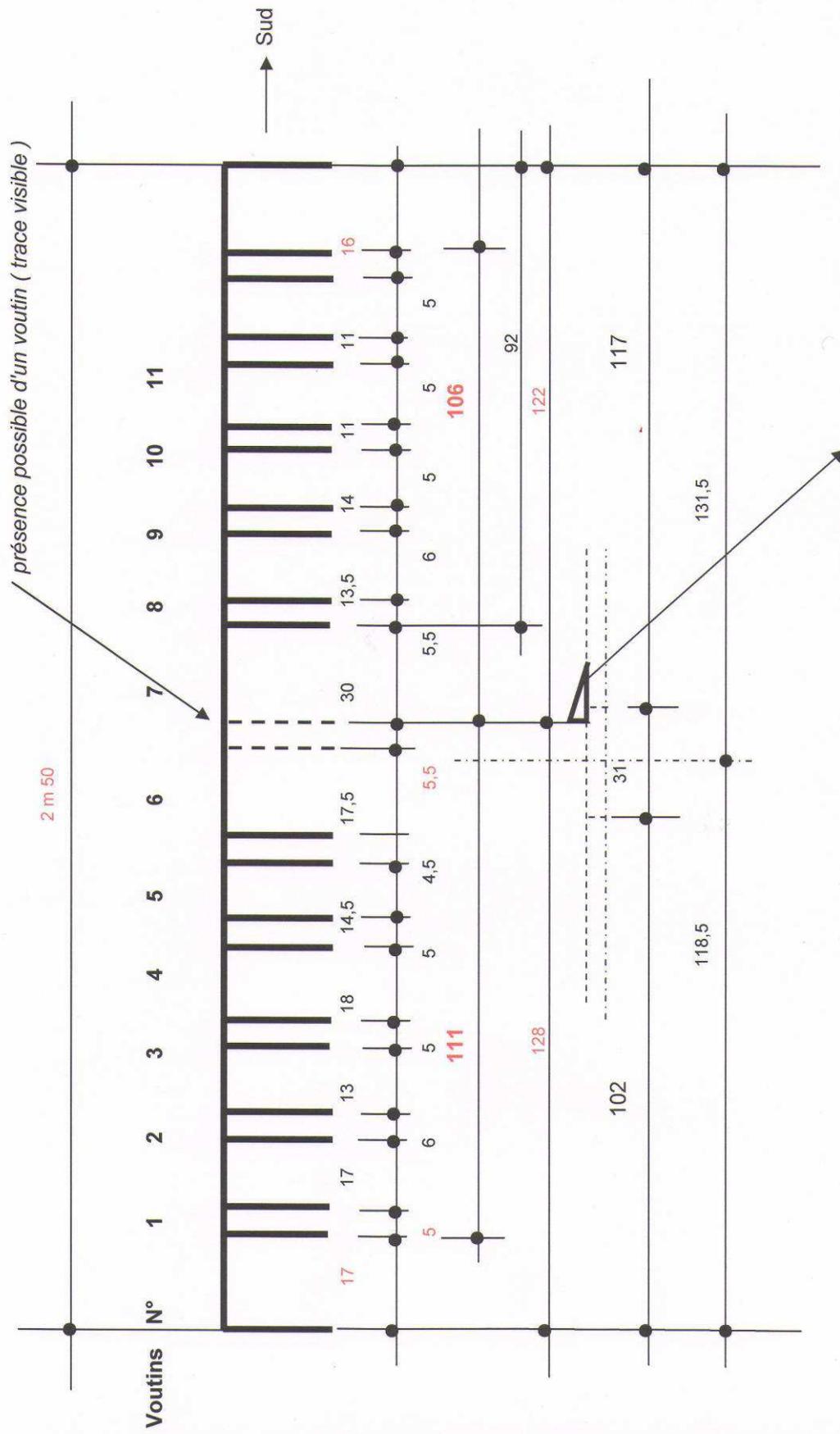
Les celtes en -60 avant JC

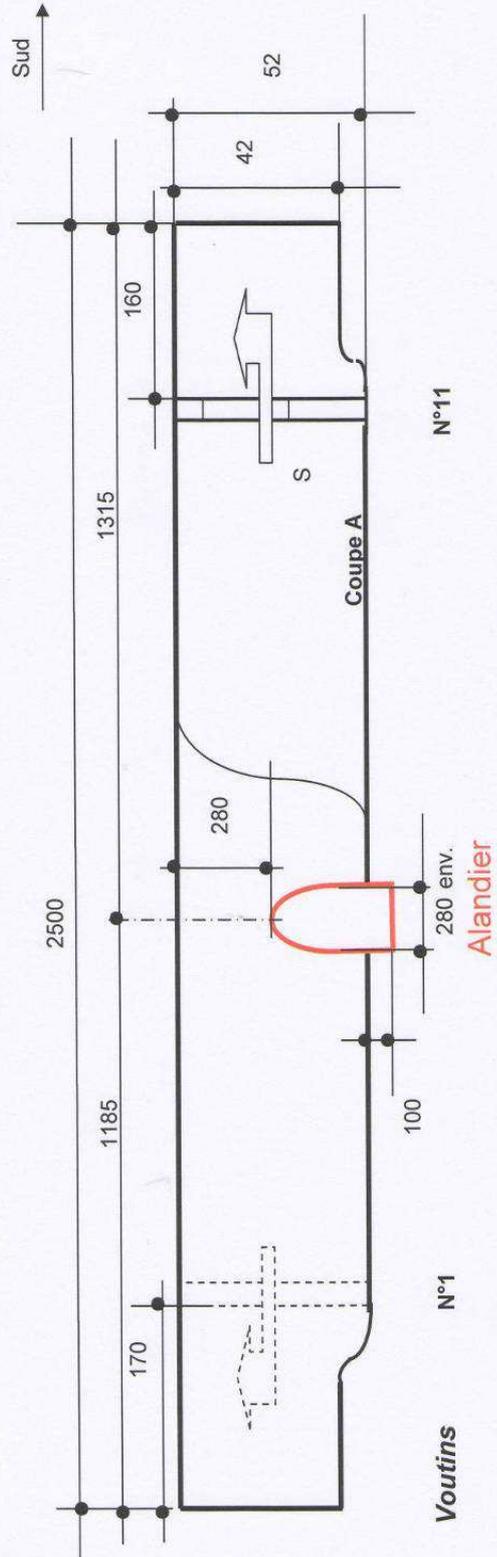


Plan du four des Noës tel que restauré au Musée Dobrée
(relevés de l'Association Patrimoine des Moutiers en Retz)

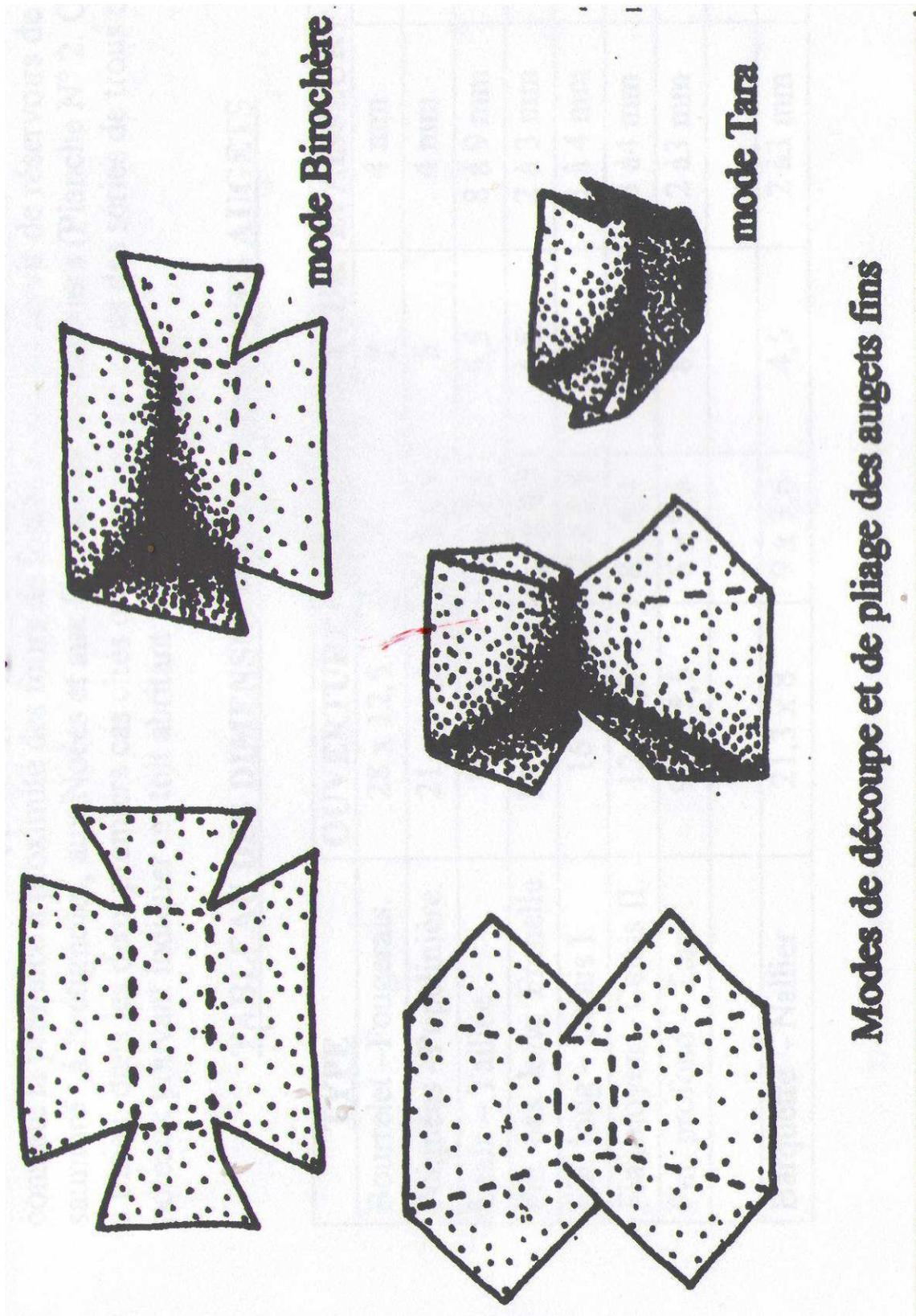


POSITION des VOUTINS dans le Four





Exemples de pliage de feuille d'argile pour faire un auget



Mode de découpe et pliages des augets fins selon le Dr Tessier

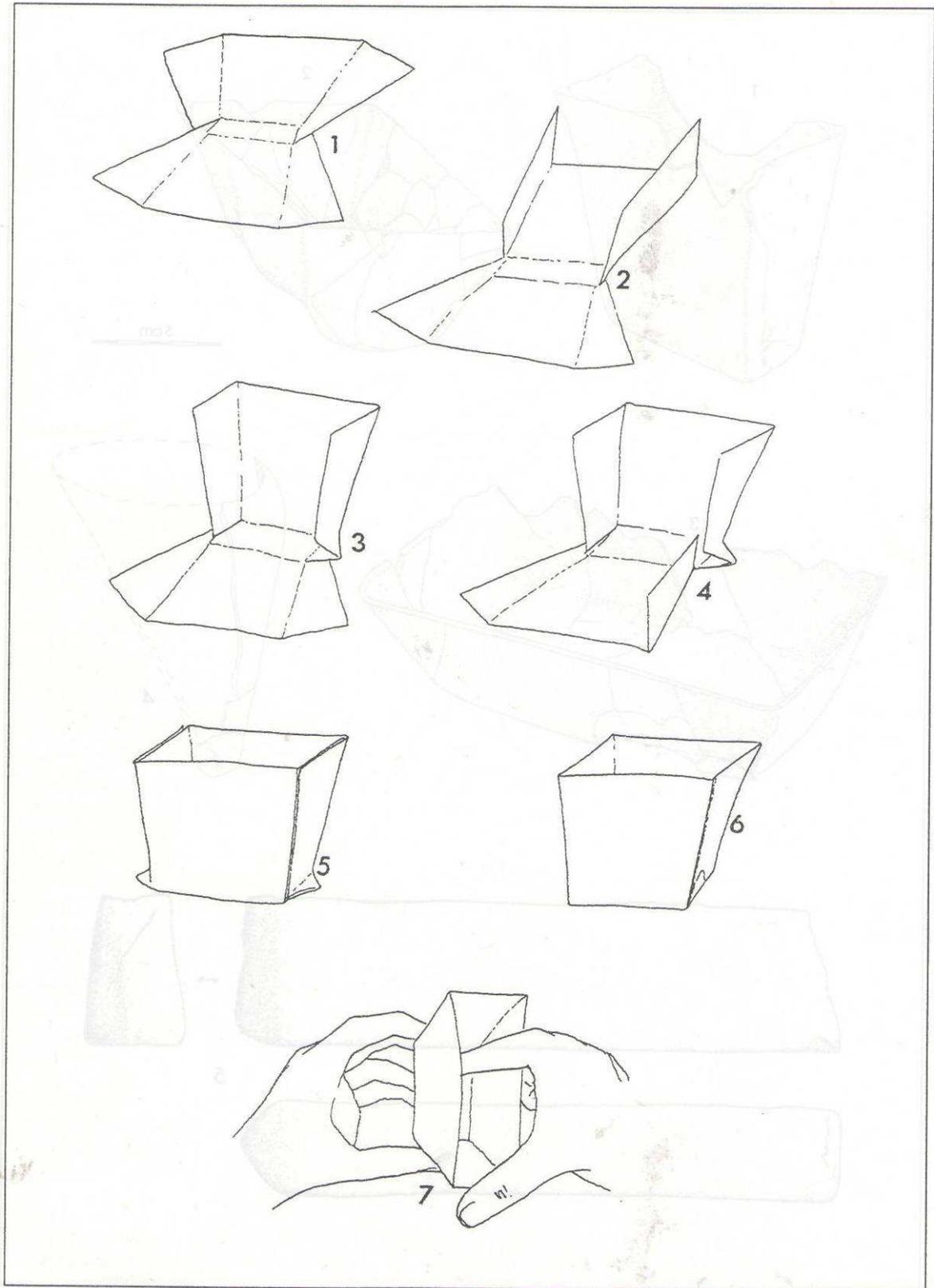


Figure 45 - Les différentes phases du façonnage d'un auget (d'après Gouletquer, 1970a).

AUGETS PROFONDS DES NOËS

	Augets des Noës Source : Jacques Sanerot	Augets des Noës Source : Dossier de fouille de la DRAC	Augets profonds standardisés selon Michel Tessier « Les Briquetages » (1980)
Grand côté supérieur (extérieur)	90 à 100 mm	99 mm	85 à 95 mm
Petit côté supérieur (extérieur)	50 à 60 mm	66 mm	55 à 65 mm
Grand côté Niveau moyen (extérieur)	75 à 90 mm	82 mm	
Petit côté Niveau moyen (extérieur)	42,5 à 47,5 mm moyenne 45	48 mm	
Grand côté Niveau moyen (intérieur)	70 à 85 mm Moyenne 77,5	77 mm	
Petit côté Niveau moyen (intérieur)	37,5 à 42,5 mm Moyenne 40	43 mm	
Grand coté Niveau inférieur (extérieur)	60 à 80 mm	65 mm	
Petit coté Niveau inférieur (extérieur)	35 mm	30 mm	
Hauteur	70 à 75 mm	66 mm	70 à 80 mm
Volume extérieur	269 cm³	260 cm³	
Volume intérieur	$77,5 \times 40 \times (72,5 - 2,5) =$ 217 cm³	$77 \times 43 \times (66 - 2,5)$ 210 cm³	
Volume d'argile cuite	52 cm³	50 cm³	
Poids estimé	60 à 70 g (estimation)	50 à 60 g	
Densité estimée de l'argile cuite		1 à 1,2 ?	
Pente, biseautage estimés des augets	12°	15°	
Volume théorique du parallélépipède rectangle externe à l'auget	379 cm³	431 cm³	

TYPOLOGIE DES AUGETS FINS

Référence : Michel Tessier « Les briquetages » 1980

Nous avons effectué quelques comparaisons des différents types d'augets répertoriés par Michel Tessier en fonction de leur évolution dans le temps.

Nous avons constaté:

- pour les plus anciens, les augets ont un rapport « grand côté sur petit côté » voisin de 2 alors que pour les augets optimisés ce rapport est de 1,5 : les augets deviennent moins longs
- la hauteur (donc la profondeur) des augets ne cesse de croître dans le temps ; la hauteur a doublé entre les augets les plus anciens et les augets standardisés type Noës
- le rapport volume à chauffer sur surface d'argile cuite chauffante des augets des Noës est minimal (1,45), ce qui veut dire qu'on est proportionnellement au maximum des possibilités de chauffage.

En fait, l'auget standardisé type Noës qui produisait des pains de sel très compacts à une géométrie optimale d'un point de vue thermique et mécanique. Les pains de sel qu'il réalisait était voisin d'un parallélépipède de 8cm x 5 cm x 6,5 cm (même si en principe, c'est plutôt un tronc de pyramide à base rectangulaire), ce qui était le volume le plus favorable pour limiter les effets hydrophiles du sel (géométrie meilleure que celle des augets longs et bas qui devaient faire des barres de sel plus fragiles et moins favorables d'un point de vue hydrophile). En fait, les Gaulois avaient optimisé géométriquement et thermiquement leurs augets ; c'est peut être pour cette raison, que l'auget profond est devenu le standard sur toute la côte sud de Bretagne. Cette standardisation était favorable aux échanges, facilitait le troc, d'où l'idée d'une possible valeur de paléomonnaie, d'autant plus qu'il existe des (rares) "demi-coupures", avec même hauteur mais longueur divisée.

- les augets sont en argile fine mais poreuse. L'évaporation se faisait aussi, nécessairement, aussi par le fond et les flancs, même si la zone d'évaporation (ou d'échanges thermiques) la plus efficace devait être le plan supérieur (comme le toit dans une maison).
- D'un point de vue purement thermique, les augets A et D paraissent les meilleurs d'après le rapport V/P
- D'un point de vue évaporation (aussi bien par la surface libre que par la surface poreuse), l'auget A paraît le mieux placé, mais l'auget D n'est pas loin selon le critère V/S
- D'un point de vue mécanique, les pains de sel fabriqués par les augets A paraissent fragiles vu leurs dimensions : pains de 12 cm sur 6,5 cm avec une hauteur de 3 cm. La hauteur H est très faible pour l'auget A, ce qui n'est pas le cas pour les augets B,C ou D qui produisent des pains plus épais (5 à 7 cm d'épaisseur)
- D'un point de vue hydrophile, on a intérêt à avoir le rapport V/S le plus petit possible. L'auget A est le mieux placé vis-à-vis de ce critère, mais l'auget D est aussi bien placé. On peut dire que l'auget A mais aussi l'auget D sont compacts, c'est-à-dire qu'ils contiennent le maximum de volume dans le minimum de surface . La géométrie idéale sur ce critère est bien entendu la sphère impossible à réaliser en auget et aussi le cube. Les augets de type D se rapproche du volume idéal du cube.

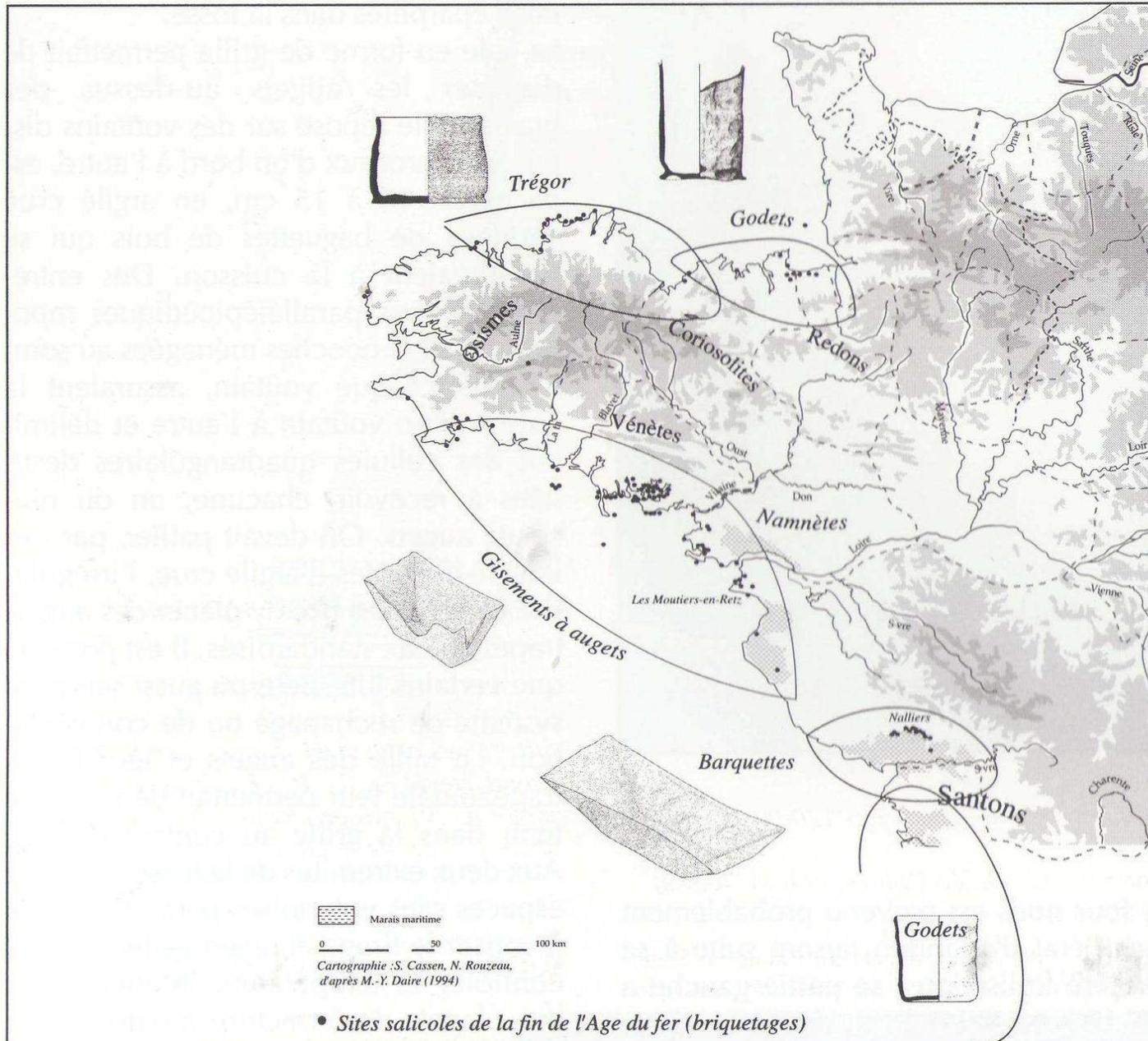
En conclusion, il apparaît que les augets D paraissent les mieux conçus à tout point de vue. Cela peut expliquer la standardisation de ces augets sur toute la côte sud d'Armorique à cette époque

Typologie des augets fins d'après Michel Tessier

AUGETS FINS 2,5 mm d'épaisseur	Augets longs et bas A	Augets longs B	Augets moyens C	Augets profonds (stade terminal standardisé) Type Noës D
Grand côté supérieur extérieur	120 à 140 mm	150 à 165 mm	110 à 120 mm	85 à 95 mm
Petit côté supérieur extérieur	70 à 76 mm	70 à 85 mm	70 à 90 mm	55 à 65 mm
Rapport Grand coté/petit côté	1,8	2	1,4	1,5
Hauteur de l'auget H	35 à 40 mm	60 mm	65 mm	70 à 80 mm
Volume théorique du parallépipède rectangle externe	130x73x37,5= 356 cm3	157,5x77,5x60= 732 cm3	115x80x65= 598 cm3	90x60x75= 405 cm3
Surface d'argile cuite chauffante poreuse	130x73 +(130+73)x2x37,5= 247 cm2	157,5x77,5 +(157,5+77,5)x2x60= 282 cm2	115x80 +(115+80)x2x65= 346 cm2	90x60+(90+60)x2x75= 279 cm2
Rapport V/P volume/surface de terre cuite chauffante poreuse	1,44	2,6	1,7	1,45
Surface d'évaporation supérieure*	130x73= 95 cm2	157,5x77,5= 122 cm2	115x80= 92 cm2	90x60= 54 cm2
Rapport volume théorique/surface d'évaporation (non pertinent)	3,7	6	6,5	7,5
Surface totale du parallépipède (surface chauffante poreuse+surface d'évaporation)	247+95= 342 cm2	282+122= 404 cm2	346+92= 438 cm2	279+54= 333 cm2
Rapport V/S volume/surface totale	356/342= 1,04	732/404= 1,81	598/438= 1,37	405/333= 1,22

Nota : Nous n'avons pu mettre des dates aux différents types d'augets de Michel Tessier

A la fin de l'âge du Fer, il y avait des fours à sel sur toutes les côtes d'Armorique, jusqu'à la Gironde, les récipients de chauffe variant de forme selon les régions. Le type d'augets trouvés aux Moutiers se retrouve sur toute la côte sud de l'actuelle Bretagne. Le four des Noës est un bel exemple de ces structures à vocation économique de la fin de l'époque gauloise, représentatif de ces fours à sel dits « de type armoricain ».



GLOSSAIRE

Alandier : couloir court et voûté reliant l'aire de chauffe, où l'on mène le foyer, et la fosse en auge, où l'on poussait les braises chargées de l'évaporation de la saumure

Amphore : l'amphore est un vase d'argile, fuselé ou pansu, à deux anses, standardisé pour permettre son empilement, destiné au transport par bateau des denrées principales que sont le vin, l'huile et le *garum* (sauce de poisson décomposé analogue au nuoc-mâm vietnamien), en particulier. L'étude des amphores permet de connaître et dater les échanges commerciaux et leurs provenances. La typologie de **Dressel** a été établie dès 1872 à partir des fouilles du Monte Testaccio, à Rome, colline formée du dépotoir des amphores jetées près du Tibre. Elle reste une référence.

Barbotine : en céramique, la barbotine est une pâte fluide utilisée pour le collage entre elles des parties d'une céramique avant cuisson (anses, becs...) ou pour les pièces coulées dans un moule

Bri : terre des marais marins à base de limon argileux ; les dépôts de bri sur nos côtes ont commencé vers 5000 avant J.-C., c'est-à-dire au Néolithique, au début de l'agriculture.

Briquetages : restes d'argile cuites et d'augets brisés, le plus souvent après usage, qui mettent en évidence une activité d'extraction de sel marin préromain.

Dégraissant : on appelle dégraissant des particules dures et inertes ajoutées à l'argile pour réduire le retrait au séchage, cause de fissures et de ruptures à la cuisson.. Le dégraissant peut être constitué de matériaux divers : argile siliceuse, sable (2 mm de diamètre voire plus selon N. Rouzeau), chamotte (céramique ou poterie concassée), plus rarement coquillages concassés ou os pilés. L'ajout de paille hachée pour des poteries destinées au feu aurait facilité le séchage et apporté une meilleure résistance aux chocs thermiques. Les proportions de dégraissant peuvent être importantes, jusqu'à 20% du volume de terre.

Estran : *estran* signifie « délaissé sableux de la mer ». L'estran est recouvert, au moins en partie, lors des pleines mers, et découvert lors des basses mers

Entretoise : une entretoise est une pièce rigide qui en relie deux autres et les maintient dans un écartement fixe.

Ignigène (sel) : « né du feu ». Sel obtenu par évaporation d'une saumure, sous l'action de la chaleur.

Ignifère : « Qui porte le feu ». Sel ignifère, sel produit par l'ébullition de l'eau. L'ordonnance du 19 mars (1817) concerne exclusivement les salines situées sur les côtes du pays appelé du quart bouillon, où se fabrique l'espèce de sel dit ignifère, produit par l'ébullition de l'eau dans laquelle le sablon a été lessivé, Circulaire des contributions indirectes, 11 juin 1817, n° 24. Ce terme n'est quasiment pas utilisé.

Houillage : terme d'œnologie utilisé pour l'apport successif d'un complément de vin ou d'alcool, pour compenser l'évaporation de l'alcool appelée « part des anges » ; le terme peut être extrapolé à l'appoint de saumure

Locus (pluriel loci) : en archéologie, le *locus* est un espace clos cohérent dont tous les éléments ont la même datation.

Lut : lut = boudin d'argile crue qu'on applique pour étanchéifier une suture ou une fissure pour limiter les fuites et les déperditions d'une installation ou d'un système .

Mobilier : le mobilier archéologique se définit comme « les objets transformés par l'activité humaine recueillis lors de l'opération de fouille». Il s'agit d'artefacts, mot parfois employé pour désigner un objet ayant subi une transformation, même minime, par l'homme et qui se distingue ainsi d'un autre provoqué par un phénomène naturel.

Protohistoire : On définit la préhistoire comme la période durant laquelle l'espèce humaine ne connaît pas l'écriture. Par opposition, l'histoire est la période durant laquelle l'humanité connaît l'écriture et a laissé des traces écrites permettant de mieux la connaître. La protohistoire désigne la période durant laquelle un peuple ne connaissant pas encore l'écriture (les Celtes gaulois dans le cas présent) a toutefois été décrit par écrit par des peuples voisins possédant l'écriture (les Romains et les Grecs).

Rubéfié (argile): argile rendue rouge par cuisson (Lat. *rubefacere*, de *ruber*, rouge, et *facere*, faire)

Sablons : sables en surface ou à la limite de la marée haute qui sont particulièrement chargés en sel.

Voûtains : pièces de terre cuite en forme de voûte ou d'arcade, formant la structure principale du four.

**Tentative de reconstitution d'un vôtain sur la Tenue de Mareil par l'Association
Patrimoine des Moutiers (18 juin 2011)**



*Association Patrimoine Marche de Bretagne Marais Breton (P2MB) des Moutiers en Retz
Déclarée en Sous-préfecture de Saint Nazaire en 1997 n°0443009654 Loi de 1901
Domaine de Lyarne 44760 Les Moutiers en Retz
Antenne de la Société des Historiens du Pays de Retz
Edition de mars 2012*